

ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS.

La Commission n'entend pas, par l'insertion des documents, assumer la responsabilité des théories qui y sont émises.
***Extrait de l'article* 16 *du Règlement d'ordre et d'attributions de la Commission des* Annales des travaux publics.**

ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS

DE BELGIQUE.

DOCUMENTS SCIENTIFIQUES, INDUSTRIELS OU ADMINISTRATIFS, CONCERNANT L'ART DES CONSTRUCTIONS, LES VOIES DE COMMUNICATION ET L'INDUSTRIE MINÉRALE.

TOME VIII.



BRUXELLES,

B. J. VAN DOOREN, IMPRIMEUR DE LA STATISTIQUE GÉNÉRALE
ET DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS,
Chaussée d'Etterbeek, 152.

1849—1850.

ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS.

MÉMOIRE

RELATIF A UN PROJET DE FERTILISATION DES BRUYÈRES A L'AIDE DE L'EAU DE L'ESCAUT, RÉDIGÉ D'APRÈS LES ORDRES DE M. LE MINISTRE DE L'INTÉRIEUR,

PAR M. EUG. BIDAUT,

INGÉNIEUR DE 1re CLASSE AU CORPS DES MINES.

CHAPITRE PREMIER.

EFFETS GÉNÉRAUX DES IRRIGATIONS.

Effet de l'eau sur les terres. — L'effet de l'eau sur l'augmentation de fertilité des terres cultivées, ou sur la fertilisation des terres stériles, est une de ces rares questions sur lesquelles tout le monde est d'accord. Dans tous les temps, dans toutes les contrées, dans tous les sols, l'influence souverainement bienfesante de ce liquide s'est révélée aux peuples qui ont su en faire un usage convenable, pour donner à leur terre un degré d'humidité suffisant ou pour y apporter des principes qui y manquaient.

Travaux de l'antiquité. — On peut voir dans l'ouvrage de M. Jaubert de Passa (Recherches sur les arrosages chez les peuples anciens) le détail des beaux travaux exécutés, à cet effet, dans l'antiquité et les résultats merveilleux obtenus, à ces époques reculées, dans les climats de l'Orient. Aujourd'hui les plus grandes parties de ces immenses contrées, autrefois si produc-

tives, sont redevenues des déserts de sable, à la suite de la destruction des travaux monumentaux construits par les anciens habitants. Celles qui sont restées fertiles et peuplées, ne doivent leur population et leur fertilité qu'à la conservation des ouvrages ou des traditions de l'antiquité.

IRRIGATIONS CHEZ LES MODERNES. — Notre siècle et nos pays européens si industrieux ont moins fait, à cet égard, que les peuples anciens que nous regardons comme barbares. « Ce « n'est pas par millions, disait feu l'inspecteur-général des « ponts et chaussées Polonceau, mais par centaines de « millions qu'il faudrait compter les augmentations de re- « venus que le bon emploi des eaux procurerait par l'accrois- « sement des récoltes en fourrages, en céréales, en plantes « sarclées et par la multiplication des animaux de boucherie. »

Cependant, s'il reste beaucoup à faire, on a déjà fait un peu et je crois qu'on lira avec intérêt les faits suivants puisés à des sources authentiques.

En France. — Dans un rapport fait en 1843, à la chambre des députés de France, par M. le ministre de l'agriculture et du commerce, lors de la présentation de la loi sur les irrigations, on lit ce qui suit :

« En Provence, sur la Crau, dans ce désert pavé de galets, « l'hectare arrosé se vend 4,000 francs. Dans les Vosges, les « gravières sans végétation de la Moselle, et par conséquent « sans valeur, ont acquis par les irrigations une valeur de « 5,000 francs par hectare. A Autun, des terres valant à « peine, il y a cinq ans, 900 francs, se vendent, aujourd'hui « qu'elles reçoivent les bienfaits de l'irrigation, au moins « 5,000 francs. En Bretagne, enfin, grâce à la haute science « de M. Rieffel, l'hectare de landes, qu'on aurait payé trop « cher à 300 francs, il y a quelques années, trouverait fa- « cilement, aujourd'hui qu'il est irrigué, des acheteurs à « 3,000 francs. »

M. le comte de Gasparin, ex-pair de France, dans un rapport en date du 21 janvier 1844, à la société centrale d'agri-

culture, dont il était alors président, a fait connaître les faits suivants :

« Les blés immergés pour la 3me fois avaient atteint la hau-« teur de 1m60, quand les autres épiaient à 0m60. Ces blés ont « rendu 20 fois la semence, tandis que les autres champs de « la même contrée, non arrosés, n'ont produit que 5. En outre, « à Cavaillon, on tire encore, des mêmes terres arrosées, une « récolte abondante de haricots, dont la valeur égale celle « du blé. Ainsi, on y obtient une quantité de substances ali-« mentaires huit fois plus grande que sur la même étendue « de terrain sans irrigation. »

On trouve les assertions suivantes dans un rapport adressé, en 1835, à la société royale d'agriculture, par M. Auguste de Gasparin, frère puiné du précédent.

« A Orange, la partie du territoire soumise aux irrigations « donne des prairies que l'on fauche 3 et 4 fois et qui s'affer-« ment jusqu'à 850 francs l'hectare; $^1/_5$ environ de cette « somme passe aux frais de culture.

« A Vaison et à Malancène, l'arrosage a fait élever le prix « d'un grand nombre de terrains naturellement inférieurs, à « 12,000 et à 14,000 francs l'hectare.

« A Cavaillon, où l'on tire du terrain des produits si variés « et où le blé donne par l'irrigation les plus grandes riches-« ses, l'eau de la Durance a, en plusieurs lieux, décuplé la « valeur du sol. Des garigues (friches) qui valaient à peine « 500 francs l'hectare, se vendent aujourd'hui 5,000 frs. »

On voit, par ce qui précède, que dans toute la France, au midi (la Crau), au centre (Autun) et au nord (Moselle), de la Méditerranée aux Vosges, qui, bien que plus méridionales de deux degrés environ que les plateaux dont j'ai à m'occuper, perdent cet avantage relatif par leur plus grande altitude au-dessus du niveau de la mer, les irrigations produisent partout les mêmes effets bienfaisants et rapides.

En Belgique. — La Belgique, de son côté, a compris le parti qu'elle pouvait tirer de ses eaux employées à l'agricul-

ture. Les beaux et grands travaux de canalisation si habilement exécutés dans la Campine, par M. l'ingénieur en chef Kümmer, témoignent de la confiance du pays dans ce moyen de fertilisation. Les résultats obtenus en quelques points où ces travaux viennent à peine d'être achevés, font prévoir que cette confiance ne sera pas trompée.

Il est à regretter que certaines parties se prêtent mal aux moyens de fertilisation dont je viens de parler, étant difficilement accessibles aux eaux des canaux construits ou en construction.

C'est cette particularité qui a été la première origine de l'étude dont je m'occupe aujourd'hui. Une autre circonstance a contribué à donner naissance à cette idée : c'est la différence de composition entre l'eau de l'Escaut et l'eau douce des rivières ordinaires sans marées.

CHAPITRE II.

DIVERS MODES D'ACTION DES EAUX SUR LES TERRES.

PROPRIÉTÉS FERTILISANTES DES EAUX DE L'ESCAUT.

Mode d'action. — L'eau agit de trois manières différentes sur les sols qu'elle est destinée à féconder :

1° Par l'humidité qu'elle y entretient. Son emploi, dans ce cas, n'est qu'un véritable arrosage. Cette opération, par cela même qu'elle stimule la végétation, fatigue et appauvrit le sol, qui, ensuite, a d'autant plus besoin de réparation qu'il a plus produit. Elle exige donc, nécessairement, l'emploi de beaucoup d'engrais.

2° Par les matières utiles qu'elle contient à l'état de dissolution. Son action est alors analogue à celle des engrais liquides.

3° Par les matières qu'elle entraîne mécaniquement et tient

ensuite en suspension. Elle opère, dans ce cas, tout à la fois un arrosage, un engrais, un amendement et un colmatage.

Dans ces deux derniers cas, lorsque les eaux sont suffisamment chargées de matières fertilisantes, non-seulement elles réparent les pertes faites par le sol, mais elles peuvent, encore, fournir à la terre, en sus de ce que consomme immédiatement la végétation, un excédant de sucs nourriciers.

Eau la plus convenable. — L'eau la plus convenable pour les irrigations sera donc celle à l'aide de laquelle on obtiendra, à quantités égales, la production la plus complète de ces quatre effets différents.

Composition chimique des eaux douces ordinaires. — Il n'existe aucune analyse des eaux douces de rivière de notre pays ([1]). A défaut de connaître la composition de ces eaux, nous prendrons pour terme de comparaison la composition moyenne des 13 cours d'eau qui approvisionnent Paris. (Thénard, 4me éd. tome 2, pag. 29) ([2]).

Quantité d'eau essayée.	Résidu provenant de l'évaporation de cette eau.	Sulfate de chaux provenant de ce résidu.	Carbonate de chaux provenant de ce résidu.	Sel marin provenant de ce résidu.	Sels déliquescents provenant de ce résidu.
1 litre.	0gr.456 ([3]).	0gr.164	0gr.187	0gr.009	0gr 096

Si, comme on peut l'admettre, puisque cette analyse donne une moyenne d'eaux de fontaine, de ruisseaux, de canaux et de rivière, si, dis-je, on considère cette composition comme

([1]) Il eût été essentiel de combler cette lacune ; le défaut de temps ne me l'a pas permis.

([2]) Ces 13 cours d'eau sont ceux : 1° de Belleville et de Ménilmontant, 2° de la Beuvronne, fontaine du Ponceau à Paris, 3° des prés St.-Gervais, fontaine du Chaudron, 4° de la Bièvre avant son entrée à Paris, 5° de la Beuvronne, 6° d'Arcueil, fontaine du palais de l'Institut, 7° de la Thérouenne, 8° du Canal de l'Ourcq, 9° de la Collinance, 10° de la Gergogne, 11° de l'Ourcq, 12° de la Seine sous Paris, 13° de la Seine au-dessus de la Bièvre.

([3]) Il y a trois fautes d'impression dans le tableau de Thénard. J'ai supposé que les erreurs se trouvaient dans la colonne du résidu total.

étant celle des eaux douces qui servent aux irrigations ordinaires, on voit qu'elles ne contiennent chimiquement que des quantités extrêmement petites de substances pouvant modifier avantageusement la composition du sol.

Analyse de l'eau de l'Escaut. — Le 4 février 1848, à la marée haute de l'après midi (3 heures moins $^1/_4$), par un vent d'Ouest assez vif et par un temps brumeux, j'ai fait recueillir, contre l'écluse militaire de Lillo, par MM. Wellens, ingénieur des arts et manufactures et Goret, sous-ingénieur honoraire des mines, de l'eau de l'Escaut. Cette eau m'a été expédiée à Liége où j'en ai fait l'analyse, au laboratoire de l'école des mines; après l'avoir filtrée, j'ai obtenu les résultats suivants :

Quantité d'eau essayée	un litre.
Résidu total laissé par l'évaporation à 140° .	15gr.,000.
Le résidu était composé de :	
Matières organiques.	1,188
Chlorure, bromure, iodure sodique (sel marin)	9,952
Chlorure, bromure, iodure magnésique . .	2,319
Sulfate magnésique	0,638
Sulfate calcique.	0,874
Total. . . .	14,971
Perte. . .	0,029
Total égal. . .	15gr.,000

En examinant les deux analyses ci-dessus et en comparant entre eux les divers résultats de la seconde, on voit :

1° Que l'eau de l'Escaut contient 30 fois plus de matières en solution que les eaux moyennes de rivières à eau douce.

2° Que dans l'eau de l'Escaut le sel marin entre dans le résidu pour . . . . 66 p. %

3° Les matières organiques . . . 8

4° Le chlorure magnésique . . . 15

5° Le sulfate magnésique 4

6° Le sulfate calcique. 6

(en nombres ronds.)

COMPARAISON DES EAUX. — Comparons maintenant, sous le quadruple rapport de l'arrosage, de l'engrais, de l'amendement et du colmatage des terres, les eaux douces des rivières ordinaires avec l'eau de l'Escaut. Il est bien entendu qu'il s'agit ici des eaux de ce fleuve à la marée montante qui y introduit l'eau salée de l'Océan, et non des eaux à marée descendante.

Pour l'arrosage. — Il semblerait au premier coup d'œil, que, à quantités égales, toutes les espèces d'eau doivent entretenir dans le sol une égale humidité, humidité qui est nécessaire à la germination des graines et au développement des végétaux. Il n'en est cependant point ainsi. En effet, l'action des eaux douces ordinaires cesse immédiatement après leur évaporation ou leur absorption par le sous-sol. Il en est autrement des eaux salées comme le sont celles de l'Escaut. En s'évaporant elles abandonnent tout le sel dont elles étaient chargées. Or, tout le monde sait que cette substance est éminemment hygrométrique. Elle soutire donc, sans cesse, la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère et tend, ainsi, à maintenir le sol dans un état d'humidité convenable, après l'évaporation de l'eau qui avait, d'abord, produit cet effet.

Pour l'engrais. — En considérant les eaux comme des engrais ou des stimulants liquides, on doit donner la préférence à celles qui contiennent le plus de substances utiles en solution.

Nous avons vu que ces substances étaient au-delà de 30 fois plus abondantes dans l'eau de l'Escaut que dans les eaux douces ordinaires. On connaît les bons effets produits sur le sol par les matières organiques, par le sel marin et par le sulfate de chaux (plâtre), qui entrent à eux trois pour 80 p. °/₀ dans le résidu. On peut donc regarder comme certain, que sous le rapport qui nous occupe, l'action des eaux de l'Escaut serait éminemment plus énergique que celle des eaux douces.

Pour l'engrais, l'amendement et le colmatage. — Nous avons dit que l'eau agit encore par les matières solides qu'elle tient en

suspension et que cette action consiste à créer un nouveau sol, à engraisser et à amender l'ancien.

J'ignore la quantité et la nature des matières que charrient les eaux des rivières de notre pays. Elle n'est indiquée nulle part, à ma connaissance ([1]).

J'ai déterminé la quantité, mais non la nature ([2]), de ces substances contenues dans l'eau de l'Escaut.

A cet effet, j'ai fait recueillir, le 14 décembre 1847, à la marée haute du matin, par un temps calme, sec et serein, 3 litres d'eau de l'Escaut contre l'écluse militaire de Lillo. La filtration de cette eau m'a donné un résidu de 8gr900, soit, par litre, à peu près 3gr000.

Je ne peux, d'après ce que je viens de dire, comparer ce résidu ni en quantité, ni en qualité avec le résidu que donneraient nos autres rivières ; mais il est évident, vu la nature des côtes baignées, en dernier lieu, par les flots de la mer qui entre dans l'Escaut à marée montante, que ce résidu doit être plus considérable et plus fertilisant que celui des autres eaux. Il provient, en effet, des terrains riches et friables de la Zélande dont la fertilité est renommée. L'inspection de ces résidus fait reconnaître qu'ils sont composés, en grande partie, de débris de matières organiques et d'une terre fine et douce au toucher, dans laquelle une recherche rapide m'a fait connaître du fer, de la silice et de l'alumine. Ils contiennent aussi du sable en petite quantité.

Il est à remarquer que, par de gros temps, la quantité de résidu charriée par les eaux, à marée montante, serait encore beaucoup plus considérable.

Conclusion en faveur des eaux de l'Escaut. — Il est donc permis de penser, à priori, que les eaux de l'Escaut sont, de quelque manière qu'on les envisage, beaucoup plus convenables pour l'arrosage, l'engrais, l'amendement et le colmatage que les eaux douces des rivières sans marées.

([1]) Il eût été essentiel de combler cette lacune, le défaut de temps ne me l'a pas permis.

([2]) *Idem.*

Preuve pratique en faveur de cette conclusion. — L'expérience vient confirmer cette opinion. Personne n'ignore la remarquable fertilité dont jouissent les terres des polders, dans lesquelles l'emploi des engrais est à peu près inutile et inconnu. A quoi attribuer cette fertilité persistante, si ce n'est à l'influence fécondante des eaux de l'Escaut qui les ont submergées autrefois.

Je ne dois pas négliger de faire observer ici que si les terrains des polders consistent, en général, en une couche épaisse (1 à 2^{m}) d'argile qui y a été déposée par les eaux de la rivière, il y existe certaines régions dans lesquelles le sol est presque exclusivement composé de sable. Ces régions, moins productives que les premières, le sont encore cependant au point que les terrains s'y vendent à 2,000 ou 3,000 fr. l'hectare. On ne peut attribuer la fertilité de ces terres sablonneuses qu'à la persistance de l'action de l'eau salée, action qu'elles ont éprouvée avant l'endiguement des polders. Il ne faut pas croire, en effet, que cette eau pénètre dans le sous-sol et entretient ainsi la fertilité. Les eaux que l'on rencontre dans les polders, en creusant des puits, sont, en général, saumâtres mais non pas salées. Quelquefois ce sont des eaux douces potables, même dans les points les plus rapprochés des digues, (quelques maisons de Lillo). Enfin, quelle que soit la nature de cette eau, comme celle-ci ne se trouve que dans le sous-sol, à 1^{m}50 ou 2 mètres de la surface, son action sur les racines et par conséquent sur l'alimentation et le développement des petits végétaux est nulle. On a la preuve surabondante de cette allégation dans la stérilité qui frappe les polders dans les années trop sèches, stérilité qui ne se manifesterait pas, si l'eau du sous-sol avait de l'influence sur la végétation.

On est donc fondé, d'après ce qui précède, à croire que les terres sablonneuses qui composent le plateau de Calmpthout changeraient de nature et de propriétés végétatives, si on les mettait à même de jouir de l'action fertilisante des eaux de l'Escaut.

—

CHAPITRE III.

SURFACE A IRRIGUER.

QUANTITÉ D'EAU NÉCESSAIRE A L'IRRIGATION D'UN HECTARE. — MODE D'IRRIGATION A ADOPTER.

Localités où sont situées les bruyères. — Les communes de la province d'Anvers, proches ou peu éloignées de la Hollande, contiennent une très-grande surface de terrains absolument incultes jusqu'à présent. Ce sont, en général, aussi celles qui sont le plus éloignées du tracé des canaux de la Campine. Ce serait donc par leurs parties élevées qu'il y aurait lieu de commencer l'irrigation, au moyen du système nouveau, en choisissant pour le début, celles qui sont le plus rapprochées de l'Escaut.

Étendue de ces surfaces. — Les communes suivantes satisfont assez bien à cette triple condition. J'indique les surfaces des bruyères qui existent dans chacune d'elles.

COMMUNES.	BRUYÈRES		
	COMMUNALES.	PARTICULIÈRES.	TOTAL.
	Hectares.	Hectares.	Hectares.
Calmpthout . . .	2,505	1,363	3,868
Esschen	481	1,107	1,588
Wustwezel . . .	1,259	2,697	3,956
Brecht.	374	3,064	3,438
Loenhout. . . .	63	831	894
Braschaet. . . .	»	1,147	1,147
St.-Léonard . . .	56	783	839
Cappellen. . . .	»	1,370	1,370
TOTAL . .	4,738	12,362	17,100

Leur disposition naturelle. — Ces bruyères sont situées sur la partie la plus septentrionale (en Belgique) du plateau qui forme la séparation des eaux de l'Escaut, de la Meuse et de la Nèthe, et sur l'origine des pentes des cours d'eau alimentaires

de ces rivières. Elles sont disposées, en général, par grandes surfaces sensiblement de niveau, quand on n'y considère que des bandes d'une largeur convenable, et que l'on rendrait, à peu de frais, tout à fait horizontales.

Le centre du village de Loenhout se trouve à moins de 30,000 mètres de l'Escaut à Lillo. Le point culminant du plateau (1) (chapelle de Calmpthout) est à 23m214 au-dessus des marées hautes de mortes eaux, à l'écluse militaire de Lillo.

A cette surface de terrain complétement inculte, on peut ajouter une étendue d'à peu près moitié, soit 8,000 hectares, plantée en mauvais bois de sapins, d'un rapport extrêmement faible. Ces bois ne manqueraient pas d'être mis en culture, quand l'expérience aurait réussi sur les bruyères, et l'on pourrait n'en conserver que des rideaux nécessaires pour abriter les autres terrains (2).

Fertilisation directe ou indirecte. — Tels sont les terrains, d'une surface de 25,000 hectares environ, qu'il serait convenable de soumettre au nouveau procédé de fertilisation à l'aide des eaux de l'Escaut, soit directement, soit indirectement. Directement, par le contact des eaux avec le terrain; indirectement, à l'aide des engrais produits par les parties fécondées d'une manière directe, s'il était reconnu que ces engrais sont inutiles aux terrains qui les ont produits et peuvent se transporter à meilleur marché que l'eau sur les terrains encore en friches.

Le rapport entre l'étendue des surfaces à fertiliser par l'un ou par l'autre procédé ne peut être déterminé à priori. Il dépend de beaucoup d'éléments inconnus, tels que les divers genres de culture à implanter dans les terrains fertilisés directement, les engrais qui en résulteront, les communications plus ou moins faciles, mais surtout la quantité d'eau

(1) Depuis que ce travail est terminé, j'ai reconnu que quelques points sont un peu plus élevés.

(2) Il n'est pas douteux que pour les terres médiocrement fertiles situées d'une part dans la vallée de l'Escaut, en arrière des polders, et d'autre part sur les plateaux, dans les communes à bruyères, aux abords des villages, on voudrait profiter aussi de l'irrigation comme moyen d'amélioration.

nécessaire à la fertilisation d'un hectare, quantité dont la détermination est restée, jusqu'à ce jour, sans solution rationnelle générale.

On comprend que cette quantité doit varier avec le genre de culture, avec la nature des sols, avec la température des lieux, avec les circonstances atmosphériques, et, surtout, avec le mode d'irrigation adopté.

DIFFÉRENTS MODES D'IRRIGATION. — Ces modes peuvent se diviser en deux grandes catégories :

1° L'irrigation par eau courante sur des terrains en pente, ou irrigation par imbibition, ou déversement.

2° L'irrigation par eau stagnante sur des terrains horizontaux, ou irrigation par submersion.

Sur les terrains en pente.—Le premier exige que le terrain à irriguer reçoive, en petit, une disposition analogue à celle que le Créateur a donnée, en général, à notre globe pour y éviter les effets funestes de la stagnation des eaux. Il faut donc que ce terrain soit disposé par lignes de crête et par lignes de thalweg résultant de l'intersection de plans diversement inclinés. Cela fait, on procède à l'irrigation de la manière suivante.

A. Les eaux sont amenées par les lignes de faîte ou les crêtes.

B. Elles produisent leur effet en se répandant par des rigoles sur les versants ou plans inclinés.

C. La portion non absorbée arrive aux lignes de thalweg, où elle est recueillie par des canaux spéciaux d'écoulement, auxquels on donne le nom de colateurs, et qui conduisent cette portion non absorbée sur des terrains inférieurs à irriguer, s'il en existe, ou dans des cours d'eau naturels dans lesquels elles s'écoulent.

Sur les terrains horizontaux. — Le second exige des terrains entièrement ou sensiblement horizontaux, mais, dans les deux cas, régulièrement dressés, limités et encaissés par de petites digues qui retiennent les eaux d'inondation, jusqu'à ce qu'elles soient évaporées, absorbées ou évacuées.

Ces deux systèmes distincts peuvent, cependant, passer l'un à l'autre par des transitions plus ou moins rapides ou ménagées.

Le premier mode exige beaucoup d'eau. — On comprend que le premier doit exiger des masses d'eau énormes et d'autant plus considérables que les plans joignant les lignes de crête aux lignes de thalweg, ou que les rigoles tracées sur ces plans sont plus inclinées et donnent, à l'eau qui les parcourt, une plus grande vitesse, et, par conséquent, moins de temps au terrain pour absorber cette eau.

Détermination de la quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation d'une surface donnée dans le premier mode. — C'est surtout pour ce premier mode que la détermination de la quantité d'eau nécessaire à l'irrigation d'une surface donnée, présente des difficultés. A cet égard, les opinions les plus divergentes se sont produites. Je ne rapporterai pas tout ce qui est dit à ce sujet dans les différents recueils ou mémoires sur la matière. Je me bornerai à faire connaître les chiffres extrêmes adoptés ou indiqués dans quelques cas.

D'après M. Perrin, arpenteur-forestier et architecte à Remiremont (Vosges), 22,394,880 mètres cubes d'eau (si l'on arrose pendant 180 jours) seraient employés, pendant une saison de 6 mois, à l'arrosage d'un pré de 22 hectares, situé dans cet arrondissement. Cela ferait par saison de 6 mois et par hectare . . . . 1,017,949^{m.c}

Dans le département des bouches du Rhône, notamment dans la Crau d'Arles, les agriculteurs pensent que, pour ces localités, il faut porter, par hectare de prairies (les prairies exigent, en général, près du double de l'eau nécessaire pour les autres cultures, sauf les cultures maraîchères, qui, de toutes, sont celles qui exigent le plus d'eau), dans le courant d'un été sans pluie, 15 arrosages de 800^{m.c}, soit par saison et par hectare un volume de . . . . 12,000^{m.c}

M. Mescur de Lasplanes, évalue la quantité d'eau annuelle nécessaire à l'irrigation d'un hectare, dans le département de la Haute-Garonne, à 20 arrosages de 400^{ms} ou à 16 arrosages de 500^{ms} chacun, soit par hectare et par an (par saison). . . . . $8{,}000^{mc}$

Entre Oran et Mascara, dans la vallée du Sig, on a barré la rivière de ce nom, de manière à avoir une dérivation d'un débit de 3^{ms} par seconde, pendant les six mois d'avril à septembre. MM. le capitaine du génie de Vauban, chef du génie à Oran; Aucour, ingénieur des ponts et chaussées et Chapelain, lieutenant du génie, qui ont proposé, projeté et exécuté cet ouvrage, estiment qu'il suffira à l'irrigation complète de 15,000 hectares de superficie. Cela fait par saison et par hectare . . . . . $3{,}110^{ms}$

D'après une évaluation de M. Jaubert de Passa, dont le nom doit faire autorité en pareille matière, il suffirait pour l'arrosage annuel (par saison de 6 mois), d'un hectare dans le département des Pyrennées orientales, le point le plus méridional de la France, d'un volume de. . . . . $2{,}626^{ms}$

Nous laisserons de côté l'évaluation de M. Perrin. Je ne l'ai donnée que pour faire voir dans quelles limites variaient les idées et les pratiques sur la matière qui nous occupe. En tous cas, la dégradation des terres résultant de la rapidité que l'on devrait donner à l'eau pour en faire écouler une si grande quantité, ou si l'on voulait diminuer cette vitesse, l'énorme surface qui serait nécessaire pour les canaux d'arrivée et de décharge, paralyserait les bons effets d'une irrigation faite dans de telles conditions.

Prenons successivement les autres chiffres que je viens de citer, et calculons dans l'hypothèse de chacun d'eux, la quan-

tité d'eau nécessaire pour l'irrigation, par la 1re méthode, de 6,000 hectares (adoptons ce chiffre pour un moment), surface approximative à fertiliser directement, en supposant que l'on irrigue pendant 180 jours.

				Par 180 jours.	Par jour.
Si un hectare exige	12,000^{m3},	6,000 h. exigeront		72.000.000^{m3}	400.000^{m3}
Idem	8,000	idem		48.000.000	266.666
Idem	3,110	idem		18.600.000	103.666
Idem	2,626	idem		13.756.000	87.555

Ces chiffres donnés par des gens compétents varient encore, comme on le voit, dans des limites très-étendues, à peu près dans le rapport de 5 à 1. On est donc embarrassé de savoir auquel donner la préférence.

Cependant, si l'on considère que ces chiffres se rapportent à des climats où il tombe moins d'eau et où la température est beaucoup plus élevée que dans le nôtre, on sera d'avis que le chiffre à prendre pour nos contrées, doit être choisi dans le bas de la série.

Renonçant même au chiffre le moins élevé, on pourra admettre qu'une quantité d'eau de 103.666, soit 100.000^{m3} à fournir journellement, pendant six mois, suffirait à l'irrigation d'une surface de 6,000 hectares des landes de Calmpthout, par la 1re des méthodes décrites ci-dessus; d'autant mieux que les pentes étant extrêmement faibles, il y aurait peu d'eau perdue en colature.

Détermination de la quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation d'une surface donnée dans le 2d mode. — On pourrait arriver à la détermination expérimentale de la quantité d'eau nécessaire à l'irrigation d'un hectare, dans la 2de méthode, en partant de cette idée, dont il me paraît difficile de contester la justesse, que toute l'eau qui, après avoir été amenée sur un terrain, s'en écoule sous forme de colature, a été mise en trop et a été, non-seulement inutile, mais nuisible au sol et à ses produits.

On ne comprend pas, en effet, à quoi pourrait servir de

mettre journellement sur un terrain une nappe d'eau de 0m10, par exemple, alors que le sol ne pourrait absorber que le volume représenté par 0,03 centimètres de hauteur. Les 7 centimètres de hauteur seraient l'eau inutile. L'eau nuisible serait celle que l'on ne parviendrait à faire absorber au sol qu'en le détrempant outre mesure. Cette eau ferait sur la terre le même effet qu'un excès d'aliments produirait sur un être organisé qui devrait en débarrasser son organisme, par des évacuations anormales [1].

Si donc je ne peux déterminer, dès à présent, quelle serait la quantité d'eau cherchée, on peut toujours dire avec certitude qu'elle serait beaucoup moindre que celle déterminée ci-dessus, puisque toute cette eau serait employée d'une manière utile sans en perdre sensiblement en colature.

Examen du mode d'irrigation à adopter sur le plateau de Calmpthout. — Ici se présente naturellement l'examen de la question de savoir auquel des deux modes d'irrigation il y a lieu de donner la préférence, dans les travaux dont nous avons à nous occuper.

Nous avons dit que les terrains sont disposés en bandes sensiblement horizontales. D'autre part, il est avéré que l'irrigation par nappe stagnante consomme moins de liquide que l'irrigation par eau courante. Or, comme la conduite de l'eau de l'Escaut à Calmpthout coûtera une somme assez élevée, il est évident qu'il faut en perdre le moins possible. Je crois donc que, dans l'espèce, il y a lieu de se prononcer pour l'emploi de la méthode par eau stagnante. Mais il y a ici une circonstance qu'il ne faut pas perdre de vue, et qui résulte de la nature des terrains à fertiliser et des eaux à employer.

Cause de la stérilité des bruyères. — La stérilité de ces terrains résulte de leur composition bien plus que de la séche-

[1] Cette eau salée mise en excès exigerait, en outre, des colateurs spéciaux, car il y aurait peut-être des inconvénients à l'envoyer se perdre dans les cours d'eau naturels.

resse, car ceux d'entre eux dont la composition peut être modifiée par les engrais, atteignent un certain degré de fertilité sans le secours des irrigations (voir les bruyères défrichées à Brasschaet, par M. De Baillet, à l'aide du fumier des chevaux des batteries d'artillerie qui y sont cantonnées).

Mode d'action des eaux de l'Escaut. — Quant aux eaux de l'Escaut, elles doivent agir sur le sol, plus encore par les matières étrangères qu'elles contiennent, soit chimiquement, soit mécaniquement, que par l'humidité qu'elles y pourraient entretenir, en un mot, il s'agit plutôt d'engraisser, d'amender et de colmater le sol que de l'arroser. Il y a plus, c'est qu'une seule irrigation faite sur des terres en culture, autres que des prairies, suffirait probablement pour compromettre toute une récolte, tant est énergique l'action de l'eau salée.

Examinons donc les modifications que cette double circonstance doit amener dans la manière d'envisager la question. Pour atteindre notre but, ce que nous avons de mieux à faire, c'est d'interroger la nature.

Polders. — C'est elle qui, en formant les polders, que notre industrie a su conquérir et conserver, nous a enseigné la vertu fertilisante et durable des eaux de l'Escaut. Ne semble-t-il pas, dès-lors, qu'elle nous a indiqué la marche à suivre et que pour obtenir les résultats les plus avantageux, nous n'avons qu'à mettre en œuvre des procédés autant que possible semblables aux siens.

Cause de leur fertilité. — La fertilité des terres des polders résulte de leur longue submersion par les eaux salées. La qualité qu'elles ont ainsi acquise, elles la conservent pendant une suite d'années, jusqu'à présent non interrompue, malgré les riches productions qu'on obtient à chaque récolte. Il y a ainsi lieu de penser que, si nous établissons de l'analogie dans les procédés, nous en obtiendrons dans les résultats.

Parti le plus avantageux à tirer des eaux de l'Escaut. — Mon opinion est donc que le meilleur parti à tirer des eaux

de l'Escaut pour la fertilisation des bruyères, consisterait à les employer à la submersion d'une surface donnée, convenablement préparée, pendant un temps déterminé, passé lequel on cesserait la submersion pour mettre la terre en culture, jusqu'à ce que la diminution de ses produits, après un certain nombre d'années, annonçât la nécessité de renouveler la submersion. Si, pendant la période de fertilité, des sécheresses extraordinaires menaçaient parfois les récoltes, on pourrait employer à un ou plusieurs arrosages les eaux d'irrigation (1).

Nous avons vu tout à l'heure que 100,000^{ms} d'eau douce employés journellement pendant 180 jours, permettaient d'irriguer à l'eau courante une surface de 6,000 hectares, à charge de recommencer chaque année.

Détermination de la modification subie par le sol après la submersion.—Examinons les effets de la même quantité d'eau employée pendant toute l'année (300 jours) à la submersion d'une surface donnée.

Admettons, *pour un moment*, que l'on fixe à 600 hectares, l'étendue à fertiliser annuellement ; que chaque jour ouvrable de la semaine on submerge $^1/_6$ de cette surface, subdivisée en plusieurs fractions isolées, par de petites digues et par des fossés d'égouttement, des 5 autres sixièmes, soit 400 hectares, et que les 6 jours qui suivront la submersion soient suffisants pour que la nappe d'eau de 0^{m}10, dont on aura couvert la terre, soit évaporée et absorbée.

Quels seront à la fin de l'année les changements survenus dans la nature du sol et du sous-sol par suite de cette opération?

D'après l'analyse que j'ai donnée plus haut des eaux de l'Escaut, les 100,000^{ms} d'eau de chaque jour contiendront en matières organiques ou en substances salines, à l'état de dissolution, un poids de. . . . . 1.500.000 kil. réparties comme suit :

(1) Il est bien entendu que cet arrosage ne pourrait être pratiqué que sur les prairies.

Matières organiques . . .	118.800 kil.	
Chlorure sodique. . . .	995.200	
Chlorure magnésique. . .	231.900	
Sulfate magnésique . . .	63.800	
Sulfate calcique.	87.400	
Total.	1.497.100	
Perte.	2.900	
Total.	1,500,000 —	1,500,000

Chaque semaine, chacune des 6 surfaces de 100 hectares recevra ainsi 1.500.000 kil. de substances organiques et salines.

Chaque mètre carré recevra donc:	Par semaine.	Par an.
Matières organiques	0k11 880	6k177 60
Chlorure sodique (sel marin). .	0.99 520	51.750 40
Chlorure magnésique. . . .	0.23 190	12.058 80
Sulfate magnésique	0.06 380	3.317 60
Sulfate calcique	0.08 740	4.544 80
Pour la perte . . .	0.00 290	0.150 80
Totaux. .	1k50 000	78k000 00

Il est hors de doute qu'une surface de 1 mètre carré, après avoir reçu le contact de l'eau et de l'énorme quantité de 78 kil. de matières nouvelles, aurait éprouvé une modification telle que toutes ses propriétés seraient changées ([1]).

Effets divers du sel en agriculture. — Mais s'il est avéré qu'une certaine quantité de sel est éminemment favorable à la fertilité, il ne l'est pas moins qu'une trop grande quantité de cette substance la détruit. Cela se voit dans les polders qui ne produisent leurs belles récoltes que deux ou trois ans après l'expulsion des eaux, les produits de la première et de la seconde année étant brûlés (suivant l'expression vulgaire) par la force de la terre.

([1]) Ces 78 kil. ne resteraient pas entièrement dans le sol; mais il est très-essentiel de remarquer que je ne tiens compte ici que des matières en solution et que je ne parle pas de celles en suspension (voyez page 12, 3e alinéa), matières qui y demeureront fixées en totalité.

M. Braconnot, dans des expériences faites en petit, a employé des quantités de sel représentant 3,000 et 6,000 kil. par hectare et a trouvé que la végétation souffrait de ces quantités (1).

La maison rustique indique pour le dosage du sel comme engrais 300 kil. par hectare pour les céréales, et 150 pour les légumineuses (1).

M. Lecoq, agronome, réduit encore ces proportions et ne les porte qu'à 60 kil. pour le blé et à 30 pour la luzerne.

Le fait suivant, relatif à cette question, m'a été rapporté par des habitants des polders qui se sont engagés à en fournir, au besoin, l'attestation authentique.

A l'extrémité du polder de Beirendrecht, une localité où le sol consiste en sable presque pur et qui était plantée en mauvais bois de chêne, fut, lors d'une inondation subie par ce polder, atteinte par 5 ou 6 marées d'une hauteur exceptionnelle. Cette localité, endiguée et dérodée en 1838, n'a cessé, depuis lors jusqu'à présent, de produire, sans aucun engrais, toutes les denrées des polders, excepté l'orge. Dans certaines années, même, le trèfle y a été plus abondant que dans les parties argileuses (2).

Ce qui précède établit, comme on le voit, d'une manière certaine, que, comme je l'ai déjà dit, trop de sel nuit à la végétation, tandis que l'action d'une quantité convenable de cette substance a les effets les plus bienfesants et les plus durables.

Fixation de la surface à laquelle s'appliquerait l'irrigation. — Mais quel est le chiffre auquel il faut s'arrêter? En prenant ceux de la maison rustique et même ceux de M. Braconnot, on en conclurait qu'une seule submersion avec une quantité

(1) Bibliothèque universelle de Genève, N° 3, 15 avril 1846, p. 323 et suivantes.

(2) La quantité de matières laissée sur le sol par cette inondation était peu considérable. On en sera convaincu si l'on remarque que la submersion ne durant que peu de temps à chaque marée, le reflux emmenait presque tout ce que le flux avait apporté.

de 100,000^{m3} par 100 hectares, serait déjà beaucoup plus que suffisante, puisque cette quantité d'eau représenterait, en sel marin, près de 10,000 kil. et que c'est déjà trop de 6,000 et même de 3,000.

A ce compte, en travaillant 300 jours par an, à 100 hectares par jour, à raison de 100,000^{m3}, on arriverait au chiffre de 30,000 hectares. Cependant, je n'adopterai pas ce chiffre, de peur d'exagérer les résultats à obtenir. Je lui ferai subir encore une réduction *de plus de moitié* et, en outre, je supposerai qu'il faille *dix ans* pour atteindre ce nombre ainsi réduit. J'admettrai donc pour les calculs qui suivront, que les 100,000^{m3} d'eau de chaque jour ne permettraient de fertiliser annuellement que 1,200 hectares, qui conserveraient leurs propriétés végétatives pendant une période de 10 ans, après laquelle il faudrait leur donner une nouvelle préparation. On arriverait ainsi, au bout d'une rotation décennale, à avoir mis en culture par la fertilisation directe, 12,000 hectares de landes stériles de la Campine.

Appréciation des matières en suspension. — En admettant que chaque litre d'eau contienne, comme nous l'avons vu, page 12, trois grammes de *matières en suspension,* les 100,000^{m3} de chaque jour en contiendraient 300,000^{kil}. Soit 200^{m3}, à raison de 1500^{kil}. par mètre cube (c'est le poids de la terre de schorre). Cela représenterait un volume de 2^{m3} répandus sur chaque hectare, soit une couche de 0^{m},0002 d'épaisseur. Or, comme, d'après ce que nous venons de dire, chaque hectare pourrait recevoir 2 irrigations par mois, soit 24 par an, on aurait apporté, à la fin de l'année, 48 mètres cubes de limon sur chaque hectare. Aux irrigations faites dans la Campine limbourgeoise avec l'eau de la Meuse, 25^{m3} de terre ordinaire suffisent pour la fertilisation d'un hectare. Quarante-huit mètres cubes de terre de schorre, augmentés de toute la quantité que l'on pourra encore transporter en bateaux, sur le canal d'irrigation à construire, et déverser sur les bruyères, doivent donc nous paraître beaucoup plus que suffisants.

CHAPITRE IV.

POSSIBILITÉ DE CONDUIRE LES EAUX DE L'ESCAUT SUR LE PLATEAU DE CALMPTHOUT. — MOYENS A EMPLOYER.

Nous avons compté, jusqu'ici, sur un volume d'eau journalier de 100,000$^{m^3}$. Nous nous en tiendrons à cette quantité, puisqu'elle permet d'aborder le défrichement sur une échelle telle qu'en 10 ans une étendue minimum de 12,000 hectares pourrait être fertilisée.

Possibilité de prendre les eaux à l'Escaut. — Il est bien clair que l'on peut, sans le moindre inconvénient, soustraire journellement à l'Escaut ce volume de liquide, moitié à chaque marée montante. Cette proposition me semble si évidente que je crois pouvoir me borner à son simple énoncé.

De les conduire à Calmpthout.—La possibilité de les conduire au pied du plateau de Calmpthout et de les élever sur ce plateau n'est pas moins évidente, abstraction faite de la question financière que nous examinerons dans le chapitre suivant.

Moyens d'exécution. — *Prise d'eau.* —La prise d'eau exige, soit :

a. Une coupure dans la digue de l'Escaut et l'établissement d'une écluse dans cette coupure.

b. Un ou plusieurs percements et l'introduction, dans chacun d'eux, d'un tuyau à valves, d'un diamètre suffisant.

c. Un ou plusieurs siphons dont les courtes branches plongeraient dans l'Escaut, à marée haute, et dont les longues branches amèneraient l'eau derrière la digue du fleuve.

Son emplacement.—Cette prise d'eau devrait se faire dans le polder de Lillo, pour des motifs que je déduirai ci-après, en parlant de la direction de la conduite d'eau.

Elle devrait avoir lieu au point le plus élevé possible, afin de diminuer, autant que faire se pourrait, la distance verticale

entre le niveau où l'on prendrait le liquide et celui auquel on le déverserait.

Ce point pourrait, je pense, être convenablement fixé à 1^{m} au-dessous du niveau des marées hautes des mortes eaux.

Par une écluse. — Si l'on se décidait à adopter une écluse, pour la prise d'eau, on aurait à ériger, d'abord, un barrage pour l'assèchement du point de la digue où on voudrait la construire; à faire la coupure de la digue, puis à édifier l'écluse dont le seuil devrait être, comme je viens de le dire, à 1^{m} au-dessous du niveau des marées hautes des mortes eaux, et qui communiquerait librement avec la conduite d'eau dont nous parlerons ci-après.

Ce genre de construction est très-habituel dans ces contrées, puisque chaque polder contient au moins une écluse de mer pour l'évacuation, à marée basse, des eaux douces de l'intérieur des terres. Sa réussite est donc complétement certaine, mais c'est un ouvrage assez coûteux.

Par un tuyau. — L'établissement dans la digue d'un ou plusieurs tuyaux métalliques d'une section suffisante exigerait beaucoup moins de frais, puisque l'on serait dispensé de tout le travail lent, coûteux et difficile des fondations, des maçonneries, etc., etc.

De plus, la matière première des tuyaux eux-mêmes coûterait beaucoup moins que les matériaux d'une écluse, enfin la main-d'œuvre et les frais de mise en place seraient beaucoup moins élevés, et tout le travail de percement et de pose pouvant se faire probablement en une marée basse, on éviterait la construction du bâtardeau. La communication serait établie ou interceptée à volonté, entre la face intérieure et la face extérieure de la digue, c'est-à-dire entre le fleuve et le polder, à l'aide de valves à adapter à ces tuyaux.

Je ne pense pas qu'un pareil système ait jamais été établi aux rives de l'Escaut. Comme il me paraît de nature à faire atteindre, à peu de frais, le but que l'on se propose, il y aurait lieu, lors de l'étude définitive du projet, d'examiner si

rien ne s'oppose à ce mode de construction, sous le rapport de la sûreté des digues et des polders. Dans le cas où il en serait ainsi, je crois que ce système mériterait la préférence à cause de l'économie et de la rapidité de son établissement.

Par un siphon. — Dans le cas où on ne voudrait recourir ni à l'un ni à l'autre de ces deux systèmes, pour ne rien changer au régime actuel de la digue, on pourrait adapter sur celle-ci des siphons dont la courte branche plongerait dans l'eau, à marée montante, et dont la longue branche déverserait l'eau dans la conduite. Des valves adaptées à ces siphons et qui se fermeraient au moment où commencerait la retraite du flot, maintiendraient cet appareil constamment amorcé.

Cet appareil réunissant, au plus haut degré, les conditions de sûreté et d'économie dans son établissement, présenterait peut-être l'inconvénient d'augmenter un peu la hauteur à laquelle il faudrait élever l'eau, puisqu'il la déposerait dans la conduite à un point inférieur à celui où il la prendrait dans le fleuve.

Conduite de l'eau. — L'eau prise au fleuve, par un des moyens que je viens d'indiquer, doit être menée, à l'aide de plusieurs biefs, au point culminant du plateau de Calmpthout. Le désir, d'une part, de voir des travaux entrepris dans l'intérêt de l'agriculture, être, en outre, utiles à notre industrie métallurgique, et, d'autre part, de parer à la perte de l'eau par l'absorption, m'a engagé à rechercher le prix de revient de conduites en tôle avec supports en fonte.

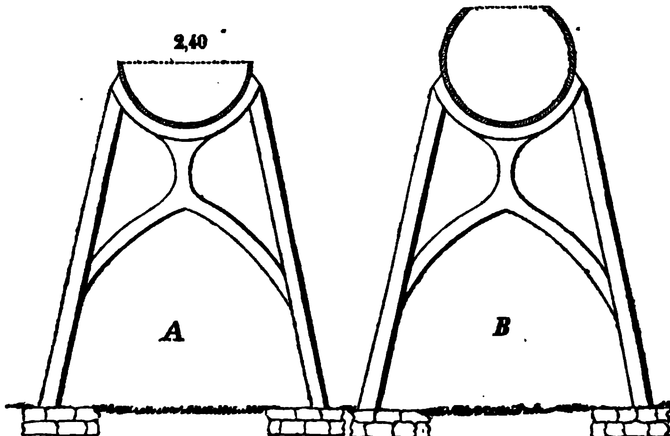
Je n'ignore pas que la fonte se comporte mal au contact de l'eau de mer, mais il n'est pas sûr qu'il en soit de même de la tôle [1], et si les expériences à faire eussent démontré qu'il en était ainsi, on aurait pu aviser à des moyens de parer à cet inconvénient. Je n'ai pas tardé à me convaincre que ce projet était irréalisable, à cause des dépenses auxquelles il aurait entraîné.

(1) Il ne s'agit, d'ailleurs, pas ici d'eau de mer proprement dite, mais d'un mélange d'eau de mer et d'eau douce.

Conduites métalliques. — Une conduite en tôle de forme semi-circulaire (fig. A) de 2.40 de diamètre, de 0,005 d'épaisseur, cuberait, sans les redoublements et les rivets, par mètre courant, 0,^{m3}019 et pèserait 148 kil. A raison de fr. 0.50 par kil., c'est le prix très-bas du kil. de chaudière à vapeur, cette conduite coûterait, par mètre courant. .. frs. 74

Admettons qu'il faille la soutenir à un profil moyen de 2^m de hauteur.

Son poids = ...	148^k.
Elle contiendrait, par mètre courant, 2,^{m3}260 d'eau, pesant.	2.260^k.
Poids à soutenir.	2.408^k.



Il faudrait un support de mètre en mètre. Ce support d'une forme analogue à celle indiquée au croquis ci-dessus A, devrait avoir un poids de 150 k., au moins, à 0,^{fr}20 le kil., il reviendrait à. . . frs. 30

Empâtements en maçonnerie pour les pieds du support. 5

frs. 109

A quoi il faudrait ajouter le prix des terrains occupés.

Si, au lieu d'une conduite semi-circulaire, on adoptait une

forme aux ⁵/₆ circulaire, pour s'opposer, autant que possible, à la perte par évaporation, on aurait :

Une conduite semblable à celle figurée au croquis ci-dessus *B*, de 1m80 de diamètre et de 0m005 d'épaisseur, cubant par mètre courant 0m³024 et pesant 187 kil., qui, à 50 centimes, donneraient. . . . . frs. 93

Support et maçonnerie comme d'autre part. . 35

Total. frs. 128

Une conduite rectangulaire, de formes et de dimensions indiquées ci-dessous, donnerait les chiffres suivants :

Cinq colonnes, cubant 0m³045, peseront 325 kil. et vaudront, à 15 centimes. 48.75

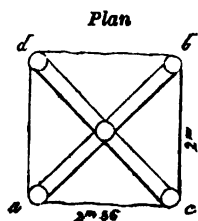
ab, cd, 2 traverses diagonales en fonte pèseront 54 kil. et vaudront. 8.10

Deux mètres de cette conduite peseraient 314 kil. et coûteraient 157.00

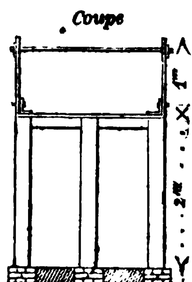
Total pour 2m courants. 213.85

Par 1m courant. 106.92

Plan



Coupe



On voit que les prix sont tellement élevés qu'ils ne permettent pas de songer aux conduites métalliques.

Conduites en terrassements.— La conduite dont il s'agit doit donc consister en une conduite en terrassements dont le prix de revient ne serait guère que le $^1/_{10}$ des chiffres que nous venons de trouver.

Divers biefs ou réservoirs. — Cette conduite aurait l'apparence d'un canal ordinaire. Elle présenterait encore sur les conduites métalliques l'avantage de pouvoir servir, au besoin, à la navigation (¹). Sa section et sa pente seraient déterminées par la double considération de pouvoir conduire la quantité d'eau nécessaire au point déterminé et d'éviter, autant que possible, que le limon ne se dépose dans le trajet.

Dans les canaux ordinaires il est essentiel d'éviter l'envasement. Celui que l'on a à attendre, ici, sera probablement peu considérable, parce que les eaux seront constamment en mouvement. En outre, il faut remarquer que l'envasement ne sera pas ici un inconvénient. La vase de l'Escaut sera un engrais précieux dont on pourra tirer un parti avantageux pour l'amélioration des terres traversées par le canal. Dans tous les cas, il est certain qu'elle représentera une valeur supérieure aux frais de curage.

Conditions auxquelles ils doivent satisfaire. — Ces biefs étant de vrais réservoirs, doivent satisfaire à la condition d'être le plus étanches possible. L'eau pénétrera et montera dans le premier, à chaque marée, à mesure qu'elle s'élèvera dans le fleuve. Au moment où commencerait la descente du flot, on interromprait la communication entre le fleuve et le bief inférieur, qui, alors, devrait contenir la moitié du volume d'eau à élever en 24 heures, soit 50.000^{m3} et même 75.000^{m3} pour tenir compte de la di-

(¹) Cette navigation aurait entre autres pour objet le transport de la houille nécessaire aux machines à vapeur, et le transport, de l'Escaut aux bruyères, de la terre de schorre que l'on prendrait dans la rivière ou qui proviendrait du curage du canal, et qui est, comme engrais et amendement, éminemment énergique.

minution de capacité par l'envasement, etc, etc. Si donc son tracé et le relief de ses berges ne comportaient pas cette capacité, il faudrait la lui donner par un réservoir supplémentaire, que la nécessité d'emmagasiner un grand volume d'eau en peu de temps, rendra d'ailleurs nécessaire. Le relief de ces berges est déterminé par la considération que le plafond est à 1 mètre au-dessous de la marée haute des mortes eaux, que les marées de vives eaux s'élèvent à 0m50 plus haut que les premières ; il y aurait donc, à marée haute de vives eaux, 1m50 d'eau dans le canal, ce qui oblige à donner 2 mètres de relief aux berges au-dessus du plafond pour faire face aux marées extraordinaires [1].

L'eau serait transportée du premier bief dans le suivant et de celui-ci dans les autres, à l'aide de moteurs dont nous parlerons plus loin.

Tracé du canal. — La configuration extérieure du sol est simple et uniforme. A partir du fleuve (marée haute de mortes eaux), on trouve une pente d'un peu plus de 6 mètres jusqu'à la route d'Anvers à Berg-op-Zoom, c'est-à-dire sur une distance de deux lieues. De ce point au sommet du plateau, qui en est distant d'une lieue, on a une pente réglée d'environ 17 mètres.

La direction du tracé, sous le rapport des difficultés qui peuvent résulter de la configuration extérieure du sol, est à peu près indifférente.

Ce tracé semblerait, dès lors, ne devoir satisfaire qu'à une seule condition, celle d'offrir le moins de longueur possible entre les points de départ et d'arrivée, c'est-à-dire de suivre une ligne droite. Mais quelques considérations obligent à dévier un peu de cette condition principale, au moins pendant le trajet du canal dans les polders.

[1] Par ces mots, marées extraordinaires, je n'entends pas celles qui atteignent presque, et qui dépassent, quelquefois, le sommet des digues de l'Escaut. Pendant la durée de ces phénomènes exceptionnels, on n'admettrait pas l'eau dans le canal d'irrigation. Ainsi on se trouve dispensé d'élever le sommet des berges de ce canal jusqu'au niveau de la partie supérieure des digues du fleuve.

La valeur du terrain n'est pas uniforme dans les polders. Certaines parties valent jusqu'à 7 et 8,000 francs l'hectare, tandis que d'autres atteignent à peine le chiffre de 4,000 fr. Ce sont les parties sablonneuses. J'ai eu recours, pour les indications dont j'avais besoin, à cet égard, à un habitant des polders, dont les connaissances locales et les lumières ne peuvent être mises en doute. On comprend que, de cette différence considérable de valeur, il résulte que la ligne la plus courte ne soit pas la moins coûteuse, si elle doit traverser les bonnes terres.

Motifs qui ont guidé dans la détermination de l'emplacement de la prise d'eau. — C'est ici le lieu d'indiquer le motif qui me fait fixer ma prise d'eau dans le polder de Lillo, contre le fort de ce nom, et mon point d'arrivée à la chapelle de Calmpthout. Le choix de ce dernier point est déterminé, d'une part, parce qu'il est situé à peu près à égale distance des masses de bruyères qu'il s'agirait d'atteindre au nord et au sud, et, d'autre part, parce qu'étant situé sensiblement au sommet du plateau, il sera facile, lorsqu'on y tiendra les eaux, de les diriger où besoin sera.

Le point d'arrivée étant ainsi fixé, le point de départ se trouve déterminé dans ou contre le polder de Lillo, parce que l'Escaut y est à la moindre distance de la chapelle de Calmpthout.

L'inspection du plan montre que le point du polder de Lillo, le plus rapproché de la dite chapelle, est situé contre le Cruyschans. Il me reste donc à expliquer pourquoi j'allonge le tracé, d'à peu près 500 mètres, en faisant partir ce canal des environs de l'écluse militaire de Lillo.

Cette déviation de la ligne droite est motivée par une circonstance naturelle. On voit au plan (1) que, dans cette localité, il s'est formé un schorre divisé en deux parties, l'une *A* de 28 hectares, l'autre *B* de 15 hectares. Tous deux donnent d'excellents produits.

(1) Les dimensions de ce plan n'ont pas permis de le faire graver pour le joindre au mémoire. Une bonne carte peut d'ailleurs en tenir lieu jusqu'à un certain point.

La formation de ce schorre prouve la tendance de l'Escaut à charrier et à déposer, en cet endroit, des particules de limon très fertilisant. Or, il est éminemment utile que l'eau que l'on prendra au fleuve soit le plus chargée possible de cette substance, qui, en s'ajoutant à celles qui sont en solution, produit le meilleur effet sur les terres à défricher. On ne peut donc mieux faire, à cet égard, que de prendre l'eau dans un endroit que la nature des choses nous prouve être un point de dépôt de cette utile matière.

Peut-être même serait-il convenable de profiter, non-seulement du limon que la marée amène journellement en cet endroit, mais même de celui qu'elle y a déposé depuis l'endiguement des polders. Pour cela, il faudrait acquérir le schorre, le rigoler et en ameublir le sol, afin que le flot en arrivant en détachât, chaque jour, une certaine quantité, qui tenue ainsi en suspension, serait élevée avec l'eau d'irrigation. L'objection qui consisterait à dire qu'il est irrationnel de détruire une terre fertile existante, pour aller, à grands frais, la porter ailleurs, tombe d'elle-même, si l'on observe qu'il ne s'agirait de prendre au schorre que ce qu'il a de trop en terre limoneuse pour aller le répandre sur une surface plus que centuple.

J'ajouterai, enfin, qu'il y a une grande différence de salure entre l'eau du fleuve à l'amont et à l'aval du polder de Lillo.

Ayant ainsi expliqué et justifié le tracé que je propose, il reste à indiquer les ouvrages d'art dont il exigerait la construction. Cette énumération se trouvera dans le chapitre suivant, avec l'indication des dépenses auxquelles ils donneraient lieu.

Il serait, dans tous les cas, indispensable de s'assurer, à l'aide de sondages, avant l'adoption d'un tracé définitif, de la nature du sous-sol, pour éviter, autant que possible, les anciennes criques de l'Escaut et les parties tourbeuses qui ne présenteraient pas une assise suffisamment solide.

Élévation de l'eau sur le plateau. — La différence de niveau entre le point de départ et le point d'arrivée est de 24,^{m}214

que nous porterons à 25 mètres pour tenir compte de l'élévation à donner au plafond du bief supérieur au-dessus du sol du plateau.

Les terrains à défricher ne se trouvant pas tous au sommet du plateau, il serait inutile d'élever au point culminant l'eau destinée à l'irrigation du versant occidental. Cette considération, jointe à la convenance de ne pas avoir des coupures trop profondes ou des remblais trop élevés, me porte à penser qu'il serait convenable d'opérer l'élévation de l'eau sur cinq paliers successifs, distants verticalement l'un de l'autre de 5 mètres. De cette façon, la conduite de l'eau serait répartie en 6 biefs différents : l'inférieur ou bief récepteur, 4 biefs intermédiaires et le bief supérieur ou distributeur pour le plateau et pour le versant oriental.

FORCE MOTRICE NÉCESSAIRE. — On trouve que l'élévation de 100.000^{ms} d'eau à 25^{m} de hauteur en 24 heures, exige une force de 434 chevaux-vapeur, en comptant 4000 kil., au lieu de 4500, à 1 mètre en 1 minute par force de cheval, pour tenir compte des pertes de force vive. Nous portons ce chiffre à 500 chevaux pour parer à l'évaporation [1] et à l'absorption de l'eau dans les biefs.

Sa distribution. — Cette force motrice devrait être répartie également sur 5 paliers, chacun d'eux recevant donc un moteur équivalent à la force de 100 chevaux-vapeur.

Moteurs. — Cette force motrice pourrait être demandée à l'eau, au vent, à la vapeur.

L'eau — D'après l'examen des cours d'eau qui arrivent du plateau pour s'écouler dans l'Escaut, je ne pense pas qu'ils puissent être d'un grand secours pour l'objet qui nous occupe. Ces cours d'eau sont peu considérables et presque toujours à sec pendant l'été. Ils pourraient, peut-être, fournir, pendant l'hiver, une faible partie de la force nécessaire, si les calculs à faire ultérieurement démontraient que les travaux

[1] Les effets de l'évaporation seraient peu nuisibles, puisque l'eau qui arriverait au plateau n'en serait que plus concentrée.

à entreprendre pour profiter de cette force naturelle, ne sont pas hors de proportions avec les résultats que l'on pourrait en attendre.

L'Escaut offre à l'ingénieur une masse d'eau énorme; mais il paraît difficile d'en user, à cause du manque de pente de ce fleuve. On pourrait peut-être, à la vérité, profiter, pour la machine inférieure, de la chute artificielle créée par la marée montante, en recueillant les eaux à marée haute pour les employer et les rendre ensuite au fleuve à marée basse. Mais ces opérations exigeraient des emprises de terrain considérables, dans des localités où le sol a une valeur fort élevée. Il est donc difficile de croire que ce puisse être là le moteur le plus économique à employer.

Le vent. — Cette question mérite au surplus, ainsi que celle de l'emploi du vent, un examen approfondi, lors de l'étude définitive du projet.

La vapeur.—Nous admettrons donc, jusqu'alors, que l'on aura recours à la vapeur comme force motrice, et c'est en partant de cette hypothèse, toujours réalisable, que nous calculerons dans le devis ci-après, les frais d'établissement et d'entretien des machines nécessaires.

Exemple de l'emploi des machines pour les irrigations. — Quelques personnes ayant paru effrayées de l'idée de recourir aux machines pour l'irrigation des terres, je crois devoir faire observer que cette idée n'est pas neuve. Elle a été appliquée dès l'antiquité la plus reculée et l'est encore aujourd'hui chez des peuples non civilisés.

Chez les anciens. — Dans le Pundjab, les machines pour élever les eaux d'irrigation sont très-multipliées et remontent aux temps des conquêtes d'Alexandre (Rapport de M. Hericart de Thury, inspecteur-général des mines, sur l'ouvrage de M. Jaubert de Passa).

Chez les modernes. — Aujourd'hui les Abyssiniens pratiquent l'irrigation à l'aide de roues mues par des bœufs et placées sur des puits ayant jusqu'à 20 mètres de profondeur,

percés dans la syénite. Ces peuples considérés comme barbares, exécutent ce qui n'est aujourd'hui, en Belgique, qu'à l'état de projet en discussion. Encore, en Abyssinie, ces opérations sont si loin d'être encouragées, que chaque roue (sakia) mue par des bœufs, pouvant servir à l'irrigation de 3 hectares $^{2}/_{10}$ (10 feddam) de terre, est frappée d'un impôt d'environ 115 francs (315 piastres) (Ed. Ruppel Caillaud). Quand on voit de petites machines imparfaites, mues par des animaux et frappées de droits énormes, donner des résultats satisfesants, on doit être convaincu qu'il ne faut pas reculer devant l'emploi de bonnes et puissantes machines, établies avec discernement, sur une grande échelle, et dans les meilleures conditions mécaniques et économiques.

—

CHAPITRE V.

DEVIS GÉNÉRAL DE L'ÉTABLISSEMENT DES TRAVAUX ET MACHINES NÉCESSAIRES POUR ÉLEVER JOURNELLEMENT 100.000$^{m^3}$ D'EAU DE L'ESCAUT, SUR LE POINT CULMINANT DU PLATEAU DE CALMPTHOUT. — COMPARAISON DES DÉPENSES ET DES PRODUITS.

La possibilité d'exécution étant prouvée par ce qui précède, il reste à calculer les frais d'exécution, à évaluer les produits et à établir la balance entre les deux éléments. C'est à quoi nous allons procéder.

EXPROPRIATIONS.

Estimation de l'expropriation des terrains nécessaires.

EMPLACEMENT.	LONGUEUR.	LARGEUR.	SURFACE.	VALEUR par HECTARE.	SOMME.
	Mètres.	Mètres.	Hect.	Francs.	Francs.
De la digue de Lillo au chemin de Nieuwen-Weg. .	4,800	16	7,68	3,500	26,880
Du Nieuwen-Weg jusqu'à la digue de Stabroeck . .	1,500	16	2,40	4,600	11,040
A REPORTER. . .	6,300	»	10,08	»	37,920

EMPLACEMENT.	LONGUEUR	LARGEUR.	SURFACE.	VALEUR par HECTARE.	SOMME.
	Mètres.	Mètres.	Hectres.	Francs.	Francs.
REPORT. . .	6,300	»	10,08	»	37,920
De la digue de Stabroeck jusqu'à la route de Putte. .	3,100	16	4,96	2,300	11,408
De la route de Putte à la chapelle de Calmpthout. .	5,400	11	5,94	1,600	9,504
Pour dépôt de terre sur les parties élevées. . . .	»	»	8,00	2,000	16,000
Pour un bassin.	»	»	3,00	4,000	12,000
Pour chemins de service dans diverses parties. . .	»	»	3,00	2,000	6,000
Pour imprévu.	»	»	»	»	7,168
TOTAUX. . .	14,800	»	34,98	»	100,000

Total pour les expropriations . . . . . . F^rs 100,000.

TERRASSEMENTS.

ESTIMATION PAR MÈTRE COURANT DU CANAL D'IRRIGATION A ÉTABLIR DE LILLO A CALMPTHOUT.

Profil moyen n° 1 dans les parties basses des Polders, en remblai.

17^{m3}750 de terre, pour fouille, chargement et transport à deux relais, à 0 fr. 50 le mètre. 8.87

15^{m3}750 de terre à emprunter le long du canal, sur une profondeur de 2^{m}, à 4,000 fr. l'hectare. 3.15

6^{m²}00 de gazons pour revêtement des talus intérieurs ; coupe, transport et pose, à 0.15 par mètre carré	0.90
Achat de ces 6 mètres carrés de gazons à 0.08 par mètre carré.	0.48
Pour fascinage (risbermes et tunages) dans les endroits marécageux, ensemencement. . .	1.60
Total par mètre courant frs.	15.00

Profil moyen n° 2 dans les terres élevées, en déblai.

10^{m³}00 de terrassements, pour fouille, chargement, transport et épuisement s'il y a lieu, à 0,55 par mètre cube.	5.50
7^{m²}00 de gazons pour revêtement de talus, pour coupe, transport et pose à 0.15 par mètre carré.	1.05
Achat de ces 7^{m²} de gazons à 0.08. . . .	0.56
Pour fascinage et ensemencement. . . .	0.89
Total par mètre courant	8.00

ESTIMATION TOTALE DES TRAVAUX DE TERRASSEMENTS.

Pour 6.700 mètres courants de rigole d'après le profil n° 1, en remblai	100.500
Pour 8.100 mètres courants de rigole d'après le profil n° 2, en déblai.	64.800
Pour endiguement d'un bassin (1) pouvant contenir 30.000^{m³} à marée haute de mortes eaux (3 hectares sur 1^{m} de haut.) et 45.000^{m³} à marée haute de vives eaux (3 hectares sur 1^{m}50 de haut.), cela fait un développement de 800^{m} de digues, à 6^{m³} par mètre courant, soit 48.000 à 0 fr. 60	28.800
Imprévu sur les terrassements.	5.900
Total pour les terrassements, frs.	200.000

(1) Le plafond de ce bassin serait au niveau du plafond du bief inférieur.

TRAVAUX D'ART ET MACHINES.

Détail et estimation des travaux d'art et des machines.

a Écluse à faire à la digue de Lillo	70.000
a' Barrage pour assécher l'emplacement de la digue	5.000
a'' Siphon ou aqueduc à la route et au ruisseau de Stabroeck	3.000
b Siphon ou aqueduc pour les eaux réunies du polder se rendant au Watergang. . . .	3.000
c Éclusette sous la digue et siphon ou aqueduc.	20.000
d Pont sur le chemin au-delà de la digue. .	3.000
d' Siphon ou aqueduc pour les eaux réunies du polder se rendant au Watergang	3.000
e Pont sur la route d'Anvers à Santvliet. . .	5.000
f Siphon ou aqueduc pour les eaux du fossé dit *Kraeg* ou *Klein Watergang*.	3.000
g Pont sur le chemin de Nieuwen weg. . .	2.000
h Pont sur le chemin du kleinen Molenweg.	2.000
i Idem. grooten Molenweg.	2.000
l Pont sur la route d'Anvers à Berg-op-Zoom.	6.000
m Siphon ou aqueduc au Middelbeek. . .	3.000
n Pont sur la route de Stabroeck à Calmpthout dite oude Galgestraet	5.000
o Siphon ou aqueduc au gemeyne wal. . .	3.000
p Pont sur la route de Stabroeck à Calmpthout dite oude Galgestraet	5.000
Vingt ponts en bois pour les communications entre les terres.	5.000
Cinq machines à vapeur de la force de 100 chevaux, chacune avec accessoires, bâtiments et pose, à fr. 60.000.	300.000
	448.000
Imprévus.	52.000
Total pour les travaux d'art et machines, frs.	500.000

RÉCAPITULATION.

1° L'état des expropriations se monte à. . frs.	100.000
2° — des terrassements.	200.000
3° — des travaux d'art et machines. . .	500.000
Frais judiciaires des expropriations et de l'étude définitive du projet.	50.000
Total frs.	850.000
Frais imprévus sur l'ensemble.	150.000
Total général frs.	1.000.000

COMPARAISON DES RÉSULTATS A OBTENIR DE

A L'AIDE DES EAUX DE L'ESCAUT PA

Sommes dépensées.

PREMIÈR

A la fin de la 1re année, pendant laquelle les travaux auraient été exécutés, on aurait dépensé, de leur chef, comme nous venons de le voir, la somm de . . . . frs. 1.000.00

Pendant cette même année, on aurait acquis 1200 hectares de bruyères, à 100 francs, prix moyen résultant des ventes en hausse publique, dans la commune de Calmpthout, homologuées par la députation des états, soit. 120.00

On aurait préparé ces 1200 hectares à l'irrigation, à raison de 300 francs par hectare, tous travaux compris (dans l'irrigation de M. l'ingénieur en chef Kümmer, ce chiffre ne s'élève qu'à 200 fr.). 360.00

Balance en perte frs. 1.480.00

DEUXIÈ

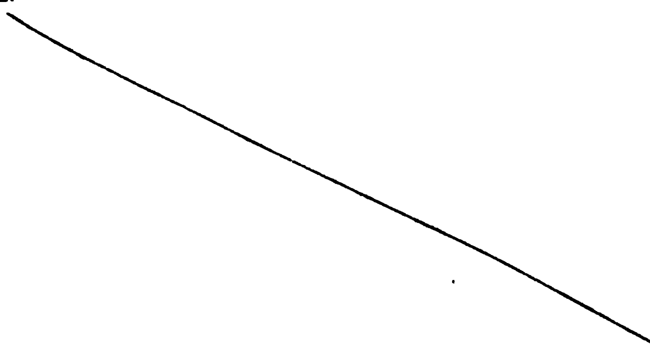
Perte de l'année précédente. . . . . frs.		1.480.0
Intérêt de cette somme à 5 p. %.		74.0
a Pour activer les 5 machines (à raison de 3 kil. de houille par heure et par force de cheval, les machines marchant 24 heures pendant 300 jours), 10.800 tonneaux de combustible à 18 francs le tonneau (10 frs. d'achat et 8 de transport)	194.000	
b Cinq mécaniciens à 1.500 et cinq chauffeurs à 500 fr., un éclusier à 1,000 francs.	11.000	
c Entretien des ouvrages et des machines.	10.000	
d Acquisition de 1200 hectares.	120.000	
e Leur préparation à l'irrigation.	360.000	
Total.	695.000	695.0
		2.249.0
Valeurs créées.		1.440.0
Balance en perte frs.		809.0

IRRIGATION DES BRUYÈRES DE LA CAMPINE

SYSTÈME PRÉCÉDEMMENT EXPOSÉ.

Valeurs créées.

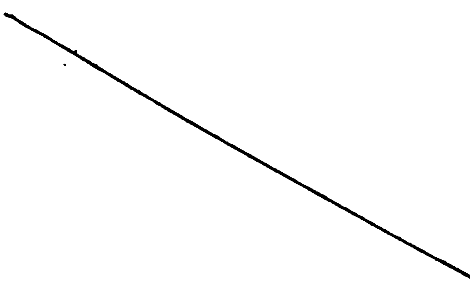
NNÉE.



Néant.

NNÉE.

Pendant cette deuxième année, on aurait irrigué les 1200 hectares quis et préparés à l'irrigation pendant la 1re année. Après cette rigation la valeur de l'hectare serait, d'après les estimations les les basses, faites par des propriétaires et des fermiers des localités nt il s'agit, de 1200 francs (d'autres la portent à 1800, quelques-uns à 2.000); la valeur créée serait donc à la fin de la euxième année de



frs. 1.440.000

Sommes dépensées.

TROISIÈM

Perte de l'année précédente	frs.	809.0
Intérêt de cette somme à 5 p. °/₀.		40.4
a, b, c, d, e, comme l'année précédente.		695.0
	Total.	1.544.4
	Valeur créée.	1.440.0
	Balance en perte frs.	104.4

QUATRIÈ

Perte de l'année précédente.	frs.	104.450
Intérêt de cette somme à 5 p. °/₀.		5.222.
a, b, c, d, e, comme l'année précédente.		695.000.
	frs.	804.672.

CINQUIÈ

a, b, c, d, e, comme l'année précédente. . . . . frs. 695.000

SIXIÈ

a, b, c, d, e, comme l'année précédente. . . . . frs. 695.0

Valeurs créées.

NNÉE.

Comme l'année précédente frs. 1.440.000

NNÉE.

Comme l'année précédente 1.440.000

à déduire	804.672
Balance en bénéfice frs.	635.328

NNÉE.

Bénéfice de l'année précédente.	635.328
Intérêt de cette somme à 5 p. °/₀.	31.766
Valeur créée par l'irrigation.	1.440.000
	2.107.094
à déduire	695.000
Balance en bénéfice frs.	1.412.094

NNÉE.

Bénéfice de l'année précédente.	1.412.094
Intérêt à 5 p. °/₀.	70.604
Valeur créée par l'irrigation.	1.440.000
	2.922.698
à déduire	695.000
Balance en bénéfice frs.	2.227.698

Sommes dépensées.

SEPTIÈ

a, b, c, d, e, comme l'année précédente. . . . . . frs. 695.000

HUITIÈ

a, b, c, d, e, comme l'année précédente . . . . frs. 695.000

NEUVIÈ

a, b, c, d, e, comme l'année précédente . . . . frs. 695.

DIXIÈ

a, b, c, d, e, comme l'année précédente . . . . frs. 69

ON

a, b, c, comme l'année précédente. . . . . frs. 2

d, et *e* sont supprimés. Nous avons supposé que la rotation de l'irrigation serait décennale. On cesse donc de défricher de nouvelles terres pour recommencer à irriguer les anciennes, aux frais des acquéreurs de ces terres.

Valeurs créées.

ANNÉE.

Bénéfice de l'année précédente	2.227.698
Intérêt à 5 p. °/₀	111.384
Valeur créée par l'irrigation	1.440.000
	3.779.082
à déduire	695.000
Balance en bénéfice frs.	3.084.082

ANNÉE.

Bénéfice de l'année précédente	3.084.082
Intérêt à 5 p. °/₀	154.204
Valeur créée par l'irrigation	1.440.000
	4.678.286
à déduire	695.000
Balance en bénéfice frs.	3.983.286

NNÉE.

Bénéfice de l'année précédente	3.983.286
Intérêt à 5 p. °/₀	199.164
Valeur créée par l'irrigation	1.440.000
	5.622.450
à déduire	695.000
Balance en bénéfice frs.	4.927.450

NNÉE.

Bénéfice de l'année précédente	4.927.450
Intérêt à 5 p. °/₀	246.372
Valeur créée par l'irrigation	1.440.000
	6.613.822
à déduire	695.000
Balance en bénéfice frs.	5.918.822

NÉE.

Bénéfice de l'année précédente	5.918.822
Intérêt à 5 p. °/₀	295.941
Valeur créée par l'irrigation	1.440.000
	7.654.763
à déduire	215.000
L'opération du défrichement étant terminée, la balance en bénéfice net est donc de frs.	7.439.763

CONCLUSION.

Tels sont, M. le Ministre, les résultats auxquels m'ont conduit des calculs basés sur des éléments exagérés, quant aux dépenses ; affaiblis, quant aux produits. Ils se résument dans les lignes suivantes : il faudrait dépenser dans les deux premières années une somme de 2.249.000 frs. ; au bout de la 4me année on serait rentré dans ses fonds, ainsi que dans leur intérêt. Au bout de la 11me année, outre le remboursement, on serait en bénéfice d'une somme de frs. . . . 7.439.763.

A l'expiration de la 11me année, on aurait, d'après notre supposition d'une rotation décennale, à irriguer, de rechef, les 1200 hectares de terre mis en culture pendant la seconde année de travail. Il est bien évident et bien entendu que cette opération se ferait aux frais des propriétaires du sol, qui auraient à prendre, à cet égard, des arrangements avec l'entrepreneur, quel qu'il fût (le gouvernement ou des particuliers), de l'opération primitive. Cette seconde entreprise ne donnerait pas des résultats moins satisfesants que la première. En effet, nous avons vu que l'alimentation des machines, leur entretien, etc., etc., coûterait annuellement 215.000 francs ; à l'aide de cette somme on suffirait à la 2me préparation à donner à 1200 hectares. Cela ferait donc, par hectare et par 10 *ans*, 179 francs, soit par hectare et par an, frs. 17,90.

Il n'y a aucun autre mode d'engrais qui ne revienne à un prix beaucoup plus élevé. Il y aurait donc avantage pour le cultivateur à choisir celui-ci, en le payant à un taux qui laisserait un bénéfice convenable à l'entrepreneur.

Si une 2me irrigation n'était pas réclamée après dix ans, les machines continueraient à servir au défrichement de nouvelles parties de bruyères.

En présence de ces résultats, on peut hardiment se prononcer pour l'exécution [1].

Pour que les choses se passent ainsi que je viens de le ré-

[1] Je peux encore citer le fait suivant à l'appui de mon opinion affirmative. La législature hollandaise a, en mars 1839, par 45 voix contre 5, affecté 8,000,000 ff. P. B. (16,880,000 frs.) au dessèchement des 18,100 hectares du lac de Haarlem. Que l'on compare le prix de l'hectare dans cette entreprise et dans celle qui nous occupe.

sumer, il faut que l'on puisse acquérir l'hectare au prix de 100 francs. Cela a été possible jusqu'à ce jour, pour les bruyères communales. Les prix augmenteraient, sans nul doute, à la première annonce d'un projet d'irrigation, mais le gouvernement resterait, en vertu de la loi, le maître d'acquérir au prix qui lui conviendrait, sauf à tenir compte aux communes de la différence entre le prix de vente, après l'irrigation, et le prix d'achat augmenté de la somme consacrée au défrichement. Il faudrait, en outre, trouver 12,000 hectares de bruyères communales (1).

En opérant de cette façon, la nouvelle valeur créée n'entrerait pas immédiatement dans les caisses de l'État, mais bien dans celles des communes propriétaires. Mais ici l'État n'a point à raisonner comme un particulier auquel l'entreprise ne profiterait que par les bénéfices directs. Il s'agit, d'abord et en première ligne, de mettre en culture des terrains absolument stériles, et d'augmenter la fertilité des terres déjà cultivées aujourd'hui, de manière à accroître la production des matières alimentaires dont la quantité est insuffisante en Belgique pour nourrir la population. En second lieu, parmi les divers impôts établis, il en est un qui mérite une attention particulière dans la question qui nous occupe, c'est celui qui se perçoit sur les mutations, car, à chacune d'elles, cet impôt fait entrer dans les caisses publiques, environ le 15me du prix de l'immeuble vendu (2).

(1) Si l'on ne trouvait pas les bruyères dans un rayon convenable, il faudrait établir sur d'autres bases le calcul des résultats de l'opération. Celle-ci n'en resterait pas moins bonne, puisque les frais de son exécution et la valeur des terres irriguées (qui alors seraient celles des particuliers) demeureraient tels que nous les avons déterminés.

(2) Considérez (dit M. De Tracy, Revue des économistes) qu'il existe en « France d'immenses étendues de terre tout à fait incultes ou fort mal cultivées, dont souvent l'hectare ne vaut pas 150 à 200 francs, et qui soumises « à une culture intelligente, devraient acquérir très-promptement et très-« certainement une valeur décuple, c'est-à-dire 1500 à 2000 francs par hec-« tare, et même quelquefois beaucoup supérieure, comme cela se voit quand « certains terrains vagues ou presque sans produits sont transformés en prai-« ries arrosées, lesquelles pourront très-souvent s'affermer 100 francs l'hec-« tare et même beaucoup plus. Par ce simple exposé chacun pourra juger de « l'accroissement des revenus publics qui résulterait de ces transformations.»

L'impôt foncier, nul sur les bruyères, viendrait promptement s'ajouter aux droits d'enregistrement, pour augmenter la somme des produits indirects à attendre du défrichement.

Le gouvernement en se livrant à une pareille entreprise, rendrait au pays l'immense service de montrer aux capitaux une voie nouvelle et d'empêcher, lorsqu'ils reparaîtront, après la crise actuelle, qu'ils n'aillent de nouveau se porter exclusivement vers les canaux industriels et financiers, qui ont été, dans ces derniers temps, la causo et le théâtre de si nombreux et si funestes naufrages.

Du reste, si le gouvernement, voulant se charger de l'exécution de ce travail, voulait en même temps en retirer un bénéfice immédiat et direct, il serait facile de trouver une combinaison qni lui permît d'atteindre ce résultat ([1]).

Mais ici finit, je pense, M. le Ministre, la tâche de l'ingénieur. La possibilité d'exécution est démontrée, les moyens à employer sont décrits, la comparaison des dépenses et des résultats est établie, les raisons qui militent en faveur du projet sont données. Il reste maintenant à discuter le mode d'exécution à adopter. Cette exécution aura-t-elle lieu par les soins de l'État ou par ceux d'une compagnie, et dans l'une et l'autre hypothèse, quelles seraient les combinaisons les plus avantageuses à adopter? Je n'ai pas cru que ce fût à moi à discuter ces diverses questions, ou, au moins, j'ai pensé qu'avant d'en entreprendre l'examen, il fallait que la question préalable de savoir s'il y a lieu à exécuter fût résolue par vous.

Je ne puis cependant m'empêcher de dire ici que mon opinion est que l'État doit exécuter lui-même et adopter, pour

([1]) Pour le dire en passant, je crois qu'il serait difficile de trouver une meilleure occasion, pour le gouvernement, de tenter sur une échelle convenable, ni trop restreinte, ni trop étendue, la mise en pratique du système des bons hypothécaires; à l'aide de ces bons représentatifs de la valeur des terres à fertiliser, on ferait face, sans grandes avances, aux dépenses d'exécution du projet.

l'exécution, le moyen indiqué dans la note de la page précédente, relative aux bons hypothécaires.

J'attendrai donc votre décision à cet égard, M. le Ministre, et je terminerai en manifestant le désir d'avoir fait passer dans votre esprit, la conviction qui m'anime touchant l'utilité de l'entreprise et l'espoir de ne pas rester étranger à la suite que vous jugerez convenable de donner au projet qui fait l'objet du présent travail.

Liége, le 12 mai 1848.

ARTILLERIE.

NOTE

SUR

DES ÉPREUVES EXTRAORDINAIRES,

FAITES AVEC DES CANONS EN FER FORGÉ,

PAR C. FRÉDÉRIX,

COLONEL D'ARTILLERIE, DIRECTEUR DE LA FONDERIE DE CANONS, A LIÉGE.

Depuis quelque temps on a renouvelé dans différents pays les essais pour substituer le fer forgé à la fonte dans la fabrication des bouches à feu; les résultats obtenus dans les expériences faites en France, en Angleterre et en Belgique démontrent que les canons en fer forgé offrent moins de garantie contre la rupture que les canons en fonte.

Voici les dernières expériences :

1° Deux canons de 24 ont été fabriqués aux forges du Creusot, au moyen du marteau-pilon, avec un fer d'une qualité supérieure, et sous la surveillance d'un officier d'artillerie, sous-directeur des forges; ensuite, ces deux canons ont été forés, tournés et entièrement achevés à la fonderie de Strasbourg, et soumis à l'épreuve du tir ordinaire, à la charge de 8 livres de poudre, 1 boulet et 2 valets. Le canon n° 1 a tiré 2600 coups, sans éclater. Le canon n° 2 a tiré, dans les mêmes circonstances et avec la même charge, 240

coups; au 241e, la pièce a éclaté en plusieurs morceaux, lancés à de grandes distances, dont l'un à 285 mètres de la batterie. Quelques parties des fragments éclatés montraient du nerf, d'autres, du fer cristallin à larges facettes.

La commission nommée pour procéder à l'expérience de ces deux canons, a conclu que le fer forgé est le métal le moins convenable à la fabrication des bouches à feu.

2° Un canon de 6, fabriqué aux forges de Gospel-Oak, près Birmingham, a été soumis à l'épreuve extraordinaire suivante :

20	coups avec	1 $^1/_2$	l. de poud.	et	1	boulet ensaboté;			
20	»	2	»	»	1	»	»		
10	»	2	»	»	2	b. roul.	et	2	valets de cordes;
10	»	4	»	»	2	»		2	»
2	»	6	»	»	2	»		2	»

Au 62e coup, le canon a éclaté en un grand nombre de petits morceaux.

Le colonel Dundas, inspecteur de l'artillerie à Woolwich, dit dans son rapport sur l'épreuve de ce canon :

« Les fragments du canon ont fait voir que la fabrication « avait été exécutée très-soigneusement, et les tourillons « dont on pouvait croire que la résistance serait moins « longue que celle des autres parties, sont restés jusqu'à la « fin en parfait état; la pièce en expérience a probablement « soutenu des efforts plus grands que ceux auxquels on « sache qu'un autre canon de pareille matière ait été sou- « mis; mais on peut mettre en question si, dans une grande « fabrication de canons en fer forgé, on pourrait toujours « et avec le même succès que dans cet exemple, commander « une réunion semblable de soins et de travail, et si les dé- « penses pour la confection, indépendamment du prix du « métal, ne les rendraient pas trop coûteux, comparative- « ment aux canons en bronze.

« Le présent essai offre cependant de l'intérêt aux fabri-

« cants, en leur démontrant la possibilité de forger ensem-
« ble, avec une adhérence parfaite, des masses de fer de
« près de 10 pouces en diamètre. »

3° Le canon de 6, en fer forgé, fabriqué aux usines de Couillet (près Charleroy, Belgique), et éprouvé à la fonderie de Liége, les 11 et 21 septembre 1848, a été soumis au tir à outrance :

20	coups avec	1k00	de poudre,	1	boulet,	2	valets.
20	»	1,00	»	2	»	2	»
10	»	1,50	»	3	»	2	»
2	»	3,00	»	6	»	2	»

Au 52e coup, le canon a éclaté en neuf morceaux.

Bien qu'on eût employé à la fabrication de ce canon d'excellent fer nerveux provenant de fer de masses et suivi les meilleurs procédés de forgeage pour ne pas altérer la qualité du métal, et que beaucoup de personnes croyaient que cette pièce devait résister à l'épreuve à outrance la plus forte et n'aurait dû que se fendre ou se déchirer et non éclater comme les canons en fonte; cependant la pièce a éclaté en neuf morceaux, lancés avec une violence telle que les morceaux, projetés contre un fort blindage, l'ont démoli en grande partie.

L'aspect du fer à la cassure est cristallin, quelques parties ont néanmoins conservé la texture fibreuse, soit que le fer ait été altéré par les chaudes successives lors du forgeage, soit que les vibrations occasionnées par le tir avec les charges ordinaires et à outrance aient changé l'arrangement moléculaire du fer, d'où est résulté le peu d'homogénéité qu'on a remarqué dans les fragments éclatés. Toutefois, il est démontré par les expériences relatées ci-dessus, que les canons en fer forgé offrent moins de garantie contre la rupture que les canons en fonte, puisqu'à la fonderie de Liége, un canon de 6, en fonte, soumis à la même épreuve, n'a éclaté qu'au

60e coup, dont les 5 derniers à 6k00 de poudre, 12 boulets et 2 valets.

Et deux autres canons de 6, en fonte, soumis au tir continu, à la charge ordinaire de 1k00, 1 boulet et 2 valets, ont résisté chacun, sans éclater, à 6000 coups. Le tir de ces deux canons doit être continué ultérieurement.

D'après les résultats obtenus avec les canons en fer forgé dont il s'agit et pour lesquels on avait employé le meilleur fer possible et pris des soins extraordinaires dans la fabrication, soins qu'on ne peut donner à une fabrication en grand, l'auteur de cette note est pleinement convaincu que les canons en fer forgé doivent être exclus de l'artillerie. Il a, en outre, l'entière conviction que les canons en fer coulé satisfont à toutes les exigences du service, lorsque ceux-ci sont fabriqués avec des matériaux de choix et préalablement éprouvés, dans une fonderie de l'État, dirigée par des hommes spéciaux, désintéressés et consciencieux.

Le procès-verbal ci-après donne le détail de l'épreuve à outrance du canon en fer forgé de Couillet, et la planche I fait voir de quelle manière le canon a éclaté.

Liége, le 1er novembre 1848.

FONDERIE DE CANONS.

ÉPREUVE EXTRAORDINAIRE EXÉCUTÉE AVEC UN CANON DE 6, EN FER FORGÉ, PRÉSENTÉ PAR LA SOCIÉTÉ DES HAUTS-FOURNEAUX DE COUILLET ET MARCINELLE.

LE CANON A ÉCLATÉ AU 52e COUP.

PROCÈS-VERBAL.

Les 11 et 21 septembre 1848, les soussignés ont procédé, conformément à l'autorisation ministérielle en date du 16 août 1848, n° 1530, 3e division, à l'épreuve à outrance d'un canon de 6, en fer forgé, présenté par la société des

hauts-fourneaux de Couillet et Marcinelle, fabriqué et foré dans les établissements de ladite société.

La visite avant l'épreuve a donné les résultats suivants, placés en regard des dimensions correspondantes du canon de campagne de 6, en bronze.

Désignation des parties principales.		Canon de 6 de campagne.		Différence		Observations.
		En bronze.	En fer forgé.	En moins.	En plus.	
Diamètres.	À la plate bande de culasse.	0m,2805	0m,2596	0m,0209		L'âme du canon était excentrique de 0m,0015. La lumière, à son orifice inférieur, aboutissait à 0,007 trop en arrière. Le fond d'âme était presque anguleux. A la partie plate du fond il y a un petit creux de 0,010 de diamètre sur 0,0025 de profondeur.
	À la naissance du 1er renfort. . . .	0,2562	0,2345	0,0217		
	À la fin du 1er renfort.	0,2456	0,2250	0,0206		
	Au commencement du 2e renfort. .	0,2323	0,2105	0,0218		
	À la fin du 2e renfort	0,2216	0,2040	0,0176		
	À la naissance de la volée.	0,2077	0,1875	0,0202		
	À l'extrémité de la volée	0,1705	0,1694	0,0011		
	Au renflement du bourrelet. . . .	0,2216	0,2040	0,0176		
Longueur depuis le derrière du listel de culasse à la tranche.		1,6234	1,6294	»	0m,006	
Longueur de l'âme.		1,5279	1,5234	0,0045		
Raccordement du fond de l'âme. . . .		0,0131	0,0050	0,0081		
Diamètre des tourillons.		0,0916	0,0911	0,0005		
Longueur des tourillons		0,0916	0,0900	0,0016		
Poids.		475k	352k	123k		

Le tir commença le 11 septembre à 9 $^1/_2$ heures du matin.

Le canon était placé sur un affût-traîneau au dessous d'un blindage et sur une plate-forme dont la pente en arrière avait 0.15 par mètre ; après le 20e coup de la première série, l'affut-traîneau étant brisé à l'arrière des encastrements, on dut suspendre le tir pendant plusieurs jours, on adapta à l'affût-traîneau des sous-bandes et des sus-bandes fortement boulonnées et, le 21 septembre, on recommença à 8 $^1/_2$ heures, le tir par la deuxième série, et le canon éclata au 52e coup ou au 2e de la 4me série, à 11 heures.

Le tableau suivant indique l'ordre du tir :

SÉRIES.	NOMBRE de COUPS TIRÉS.	CHARGES.			RECULS.
		Poudre.	Boulets.	Valets.	
1re.	20	1 kil.00	1	2	1m,50
2me.	20	1, 00	2	2	1, 70
3me.	10	1, 50	3	2	3, 70
4me.	2	3, 00	6	2	15, 80

Le canon se divisa en neuf morceaux bien détachés ; la volée reste tout entière fixée à une partie qui se prolonge dans les deux renforts et qui en forme la partie droite ; la volée s'est courbée par rapport à cette partie ; un des tourillons lui est resté adhérent, les deux tourillons se sont faussés de 0m003. La partie intérieure des fragments présente beaucoup de fissures longitudinales.

La culasse, qui s'est détachée complétement, a été projetée à 7 mètres en arrière ; les autres morceaux sont restés sous le blindage.

L'affût a été complétement broyé en une masse de petits morceaux.

Densité du fer forgé du canon après la rupture, 7,735.

La poudre employée provenait de Wetteren et a été fournie pour le compte de la société précitée; elle présenta les caractères suivants :

Portée		264m51	
Couleur		bleu d'ardoise.	
Grain		semi-anguleux.	
Gros grains pour %	2,85	100,00	
Grains moyens pour %	92,80		
Grains fins pour %	4,35		
Nombre de grains au gramme		222	
Densité gravimétrique		0,920	
Dosage — Salpêtre	75,00	100,00	
Dosage — Soufre	12,30		
Dosage — Charbon	11,45		
Dosage — Eau	1,25		
Chlorure de salpêtre			0,0003794

Pendant le tir, la pièce fut visitée après chaque série, et le tableau suivant en donne les résultats.

EN PARTANT de L'ENTRÉE de la BOUCHE.	ÉTAT de L'AME AVANT L'ÉPREUVE.	AUGMENTATION DE CALIBRE APRÈS			OBSERVATIONS.
		20 coups à 1k,00 et un boulet.	20 coups à 1k,00 et deux boulets.	20 coups à 1k,50 et trois boulets.	
		FORT.	FORT.	FORT.	
0,10	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006	Après le tir de chaque série la pièce avait acquis une chaleur de 27° de R. L'empreinte prise de la lumière à son orifice inférieur n'a donné qu'un très-léger évasement après le 20e coup. Au 40e coup son diamètre de 0,0055 était évasé à 0,0075 en forme d'étoile. Au 50e coup, elle était parvenue à un diamètre au fond d'âme de 0,010 avec des rayons en étoile. Il existait au fond de l'âme, qui était presque plat, un petit creux circulaire qui s'est agrandi dans le tir et qui forme la jonction de la partie déculassée.
0,20	0,0006	0,0006	0,0006	0,0007	
0,30	0,0003	0,0005	0,0005	0,0006	
0,40	0,0005	0,0006	0,0007	0,0007	
0,50	0,0003	0,0005	0,0005	0,0006	
0,60	0,0004	0,0005	0,0005	0,0008	
0,70	0,0007	0,0007	0,0008	0,0010	
0,80	0,0002	0,0004	0,0004	0,0005	
0,90	0,0006	0,0006	0,0009	0,0009	
1,00	0,0004	0,0006	0,0007	0,0008	
1,10	0,0003	0,0005	0,0006	0,0011	
1,20	0,0003	0,0004	0,0007	0,0013	
1,30	0,0002	0,0004	0,0005	0,0009	
1,40	0,0002	0,0005	0,0006	0,0009	
1,50	0,0005	0,0006	0,0008	0,0009	

La planche I indique les lignes de rupture du canon.

FRÉDÉRIX, colonel-directeur. | JEHOTTE, capitaine adjoint.
DAUBRESSE, major sous-direct^r. | DOUTREUWE, contrôl^r de l'établissement.

DES GITES ARDOISIERS DE L'ARDENNE;

PAR M. J. B. PONCELET,

SOUS-INGÉNIEUR DES MINES, CHARGÉ DES FONCTIONS D'INGÉNIEUR DANS LA PROVINCE DE LUXEMBOURG.

(SUITE DE LA 1re PARTIE.)

CHAPITRE DEUXIÈME.

DESCRIPTION DES GÎTES ARDOISIERS.

GÉNÉRALITÉS. — Les gîtes ardoisiers sont, dans les roches schisteuses, des massifs ou des parties de couches ayant, par leur homogénéité et leur fissilité, la propriété de se débiter en feuillets assez minces et assez réguliers, pour en faire des ardoises. Ils ont ordinairement peu d'étendue, et ne se rencontrent qu'accidentellement, parce qu'il existe dans les dépôts schisteux beaucoup de roches mélangées, à texture irrégulière, et que ces schistes sont affectés de nombreux accidents qui rendent la pierre impropre à être exploitée pour ardoise.

Dans le terrain ardennais, les gîtes se divisent en deux classes bien distinctes, suivant que l'ardoise se trouve en massifs dans les assises de schiste quartzeux et calcarifère, ou bien nettement intercalée en couches entre des bancs de quartzite. Le schiste ardoise qui forme habituellement des massifs ou des taches irrégulières dans les roches schisto-quartzeuses, appartient principalement à l'étage supérieur du terrain ardoisier; tandis que les schistes en couches peu

épaisses qui alternent avec des bancs de quartzite, ne se rencontrent que dans l'étage inférieur. En général, les schistes de l'étage inférieur sont plus fissiles, plus fins que ceux de l'étage supérieur ; mais, lorsque les couches acquièrent beaucoup d'épaisseur, elles se mélangent de veines quartzeuses qui sont toujours assez nettement marquées dans l'ardoise.

Les schistes grossiers ne renferment point de carrière d'ardoises proprement dites. On n'y exploite guère, et en petite quantité, que des ardoises informes dans des schistes quartzeux qui ne se clivent que très-imparfaitement.

Les schistes quartzeux et calcarifères comprennent :

Les ardoisières des environs d'Herbeumont, de Neufchâteau, de Laviot, d'Alle et de Martelange.

Le schiste des assises inférieures de ce système est ordinairement plus fissile que celui des assises supérieures : telle est, par exemple, l'ardoise de *Hour* près de Laviot, et *des Pés* près de Cugnon.

Les ardoisières des environs de Fumay (France), de Cul-des-Sarts, d'Oignies dans la partie sud de la province de Namur ; celles des environs de Noirefontaine, de Vilerzie, de Vivy, sont ouvertes dans le système des schistes fissiles. On exploite l'ardoise dans le schiste ottrélitique à Viel-Salm, à la Géripont, sur le territoire de Fays-les-Veneurs et de Grand-Voir à l'ouest de Neufchâteau. Enfin les schistes aimantifères ne renferment aucune exploitation dans la province de Luxembourg, tandis que sur la Meuse, des exploitations importantes y sont ouvertes à Rimogne, à Deville et à Monthermé.

GÎTES ARDOISIERS DE L'ÉTAGE SUPÉRIEUR.

HERBEUMONT. — Le gîte ardoisier, dit des *grandes ardoisières*, est situé sur le ruisseau d'Aise, à une lieue au nord d'Herbeumont, $^{3}/_{4}$ de lieue au sud de Bertrix et à 3500 mètres à l'est du point où le ruisseau d'Aise se jette dans la

Semoi. Les couches d'ardoise qu'on exploite présentent leur affleurement au niveau du cours d'eau précité, qui serpente dans une vallée sinueuse et resserrée. Celles qui leur servent de mur s'élèvent successivement au nord à plus de 150^{m} au dessus du niveau du ruisseau, en formant des pentes rapides. Il en résulte que les travaux d'exploitation aux grandes ardoisières se trouvent en réalité à près de 200^{m} au dessous des plateaux qui couronnent les hauteurs environnantes.

Quoique l'ardoise constitue dans cette localité des assises puissantes et indéfinies, on ne l'exploite guère que dans une série de couches de 50 mètres d'épaisseur, et sur une étendue de 650 mètres comprise entre deux vallons latéraux. Cette bande d'ardoise se dirige à l'est vers S^{t}.-Médard, et à l'ouest sur Auby, passe aux grandes ardoisières de la rive gauche à la rive droite du ruisseau d'Aise, et coupe le vallon de *Muno* à 600 mètres en amont du point où le ruisseau de ce nom se déverse dans la Semoi.

Des grandes ardoisières au vallon de *Muno*, c'est-à-dire, sur une distance de plus de 3000 mètres, il n'existe aucune exploitation, parce que les schistes passent fréquemment au schiste quartzeux ou calcaire qui n'a plus la fissilité nécessaire pour être débité en ardoise, et qu'étant exposés au midi sur le flanc d'une colline à l'action des eaux pluviales, de l'air et de la chaleur solaire, ils ont éprouvé un certain degré de dessèchement qui altère la pierre et la rend moins clivable. Plus loin, à l'ouest, cette bande d'ardoise comprend également des roches mélangées peu propres à être exploitées; cependant il ne paraît pas impossible d'y rencontrer accidentellement, comme cela existe, des massifs de schiste homogène, assez exempt d'accidents pour y asseoir des exploitations.

A l'est des grandes ardoisières, dans le prolongement du gîte de ce nom, on trouve des schistes moins mélangés que vers l'ouest, mais ils paraissent plus tendres et sont fréquemment affectés de plis. A peu de distance des grandes ardoi-

sières, on remarque des traces d'essai d'exploitations abandonnées depuis long-temps.

On a vu dans l'exposé des considérations géologiques du terrain ardennais, que le calcaire, dans la bande de schiste calcarifère, qui s'étend de Renwez vers Martelange, est plus abondant à l'ouest que vers l'est.

Le gîte ardoisier d'Herbeumont paraît être le point où les roches schisteuses commençent à être moins chargées de carbonate de chaux à mesure qu'on avance vers l'est.

Allure et subdivisions des schistes. — La direction des couches d'ardoises aux grandes ardoisières d'Herbeumont est de 73° vers l'ouest. Elles plongent au sud de 42 à 45°. Le plan de clivage est sensiblement parallèle à celui de stratification, si toutefois la stratification est bien déterminée par les lits de matières tendres qui subdivisent la masse schisteuse. L'inclinaison varie sur l'étendue d'une même assise : quelquefois le plan de division des feuillets forme un angle de 3 à 4° avec la surface des lits. On peut attribuer cette anomalie à ce que les couches ne sont pas parfaitement planes ; elles présentent des surfaces ondulées par suite des renflements et des amincissements qu'elles éprouvent, comme on le verra plus loin.

Les ouvrages d'exploitation s'étendent dans une série de couches successives d'environ 50 mètres d'épaisseur. Les assises inférieures, ou du mur, c'est-à-dire celles où les travaux s'arrêtent ordinairement, parce qu'on y rencontre des parties de roches schisto-compactes, chargées de calcaire et de pyrite, ne diffèrent pas assez de celles qu'on exploite et n'ont pas été suffisamment reconnues pour qu'elles puissent être considérées comme étant entièrement impropres à l'exploitation. Les schistes supérieurs, ou du toit, sont inexploitables à cause des plis rapprochés dont ils sont généralement affectés.

L'assise schisteuse dans laquelle les ardoisières d'Herbeumont sont ouvertes, se divise en deux parties ayant à-peu-près la même épaisseur, par un lit d'argile tendre et noirâtre

qu'on nomme le *lit*. Il sert de point de repère à tous les travaux souterrains.

La partie inférieure se subdivise en plusieurs bancs que l'on appelle *litays*. A partir du lit, on trouve en descendant :

1° Le grand litay, de	9	mètres	d'épaisseur.
2° Le petit litay, de	3	id.	id.
3° Le litay des cordes, de . . .	5	id.	id.
4° Le litay du blanc caffrai, de .	5	id.	id.
5° Le litay du vert caffrai, de. .	3	id.	id.

On a reconnu anciennement au-dessous du vert caffrai une épaisseur de schiste de 5 mètres ; mais on ne l'exploite que bien rarement.

L'exploitation a été portée sur plusieurs points à plus de 25 mètres au-dessus du lit, sans que l'on ait rencontré de litays bien marqués.

Les litays ne conservent pas une égale épaisseur dans l'étendue du gîte. Le litay des cordes, par exemple, s'amincit à mesure que l'on avance vers l'extrêmité ouest du groupe d'exploitation. Ils sont limités par des lits minces de matières argileuses, des veines de quartz blanc, mélangé de chaux carbonatée spathique ou simplement par des joints (que nous considérons comme joints de stratification), qu'on désigne sous le nom de *caffrai*. Les caffrais laissent filtrer des eaux et les schistes qui les avoisinent sont ordinairement tendres, peu fissiles et altérés sur une épaisseur de $0^m,30$ à $0^m,60$.

Les litays se subdivisent encore en litys par des joints moins apparents que les caffrais et qui n'en sont que des diminutifs. On les appelle des *fres-chays*.

Composition et caractères des schistes. — Le schiste d'Herbeumont dans la composition duquel il entre des substances calcaire, quartzeuse et pyriteuse, est tenace, dur et assez fissile. Il a généralement une couleur bleu-noirâtre. Sa cassure est nette et legèrement conchoïde lorsqu'elle a lieu sur un

fragment de roche assez épais. On y remarque des empreintes de fossiles.

Le carbonate de chaux s'y trouve, 1° à l'état spathique dans les filons et les brouillages, en veines, qui ont quelquefois 0m,05 d'épaisseur, où il y a des cristaux octaèdres et dodécaèdres bien déterminés. Ces veines sont souvent renfermées entre deux petites bandes de pyrite de fer avec blende lamellaire d'une épaisseur de 0m,003 à 0m,005 dont les surfaces internes sont hérissées de pointes cristallines ;

2° Les variétés compacte, grenue et schistoïde forment, dans les schistes, des bancs, des lits, des rognons, ou des noyaux lenticulaires. Il existe au-dessus du lit 5 ou 6 bancs calcareux de 0m,20 à 0m,60 d'épaisseur qui affectent une certaine direction en coupant les couches d'ardoise sous un angle de 15 à 20°. Ils se composent de rognons aplatis engagés dans les schistes. Les ouvriers les désignent sous le nom de *cailloux*.

Le quartz hyalin amorphe se présente en filons, en veines comme la chaux carbonatée spathique ; mais il est plus abondant que cette dernière substance.

Le quartz compacte finement grenu ou schistoïde se mélange dans les schistes comme la matière calcaire, en formant plutôt des rides qne des rognons aplatis.

En général, lorsque les substances quartzeuse et calcaire ne sont point uniformément disséminées dans la masse, elles y déterminent une texture irrégulière qui rend le clivage difficile et occasione un fort déchet, en débitant la pierre en ardoise. Dans le cas contraire, quelque soit le mélange des parties composantes, la pierre se clive avec une régularité remarquable. Nous citerons comme cas particulier dans le gîte d'ardoise qui nous occupe, l'existence d'un petit amas d'ardoise grésiforme très calcarifère, qui forme, dans l'ardoisière de M. Perot-Collette, un tout avec la masse schisteuse, et qui se divise sans déchet sensible et avec une extrême facilité en feuillets réguliers.

La pyrite jaune est répandue dans les schistes en petits cristaux cubiques, en nids et en traînées; elle tapisse les fissures et se trouve en pellicules entre les lames schisteuses. C'est dans l'ardoise où le calcaire abonde qu'elle est aussi la plus abondante. Du reste, elle ne contrarie le clivage de la pierre que quand elle forme de petits amas trop prononcés. Après une longue exposition aux influences atmosphériques, elle finit par s'altérer, mais beaucoup moins rapidement que la pyrite blanche.

Accidents. — Nous venons de voir que, par suite d'une texture irrégulière dans les roches de l'étage supérieur du terrain ardoisier, il y a des massifs considérables impropres à l'exploitation, que l'on désigne sous le nom de *grosse pierre*. Mais les accidents dont les schistes sont généralement affectés, rendent assez rares les parties de roche qu'on peut exploiter avec avantage. Les accidents les plus marquants dans le gîte d'Herbeumont sont les plis, les nerfs, les cordes, les rivaux, les payés et le long grain.

Plis. — Les plis, que représente assez bien en coupe une ligne brisée à des distances inégales, consistent en ce que les lames schisteuses, au lieu de s'étendre suivant un même plan, présentent une succession de petites bandes nettement marquées et diversement inclinées par rapport au plan de clivage, comme si les couches à l'état pâteux, avaient été fortement comprimées dans le sens de l'inclinaison. Les deux parties d'un pli, qui ont habituellement de 0m01 à 0m04 de largeur entre les deux arêtes qui les limitent, forment entre elles et avec le plan de division des angles obtus.

Les plis se dirigent dans le sens de la direction des couches; ils affectent certain parallélisme et traversent de grandes épaisseurs de roche; néanmoins, ils sont discontinus, se perdent au milieu des massifs pour reparaître comme s'ils avaient éprouvé un rejet. Ils comprennent entre eux, soit qu'ils se présentent isolément ou réunis en groupes qu'on peut suivre à de grandes distances, des tranches d'ar-

doise parfaitement planes de 1 mètre et moins à 3 mètres et plus de hauteur. Parfois les plis sont tellement rapprochés dans des massifs d'une étendue considérable, qu'on trouve à peine des parties de roche de la hauteur d'une ardoise qui n'en soient pas affectées ; telles sont, par exemple, les couches d'ardoise qui sont immédiatement superposées à celles que l'on exploite à Herbeumont.

Aux ardoisières d'Herbeumont, les lignes de plis se montrent d'une manière peu régulière : vers le centre du gîte, elles limitent des tranches de schiste propres à être débitées en ardoises, de 1 à 5 mètres de longueur, qu'on appelle *longueresse*. Vers les extrémités, les plis se multiplient au point de rendre l'ardoise presque inexploitable.

Nerfs. — Les plis produisent souvent dans la roche des solutions de continuité plus ou moins apparentes qui constituent des joints qu'on nomme nerfs. Les grands nerfs ont une allure régulière, sont ouverts et se prolongent assez loin en profondeur et dans le sens de la direction. A Herbeumont, la direction des nerfs est de 70° à l'ouest; ils inclinent de 63° vers le nord et servent de plan de direction à la disposition des ouvrages d'exploitation.

Cordes. — Les cordes forment sur la surface du schiste des ondulations, des stries discontinues, irrégulières, qui ont assez d'analogie avec les plis, mais qui en diffèrent cependant parce qu'elles n'établissent pas de solution de continuité dans la masse, sont disposées dans le sens de l'inclinaison des couches et présentent des rides arrondies. Elles sont dues plutôt à un accident de texture qu'à une compression des couches schisteuses. Les cordes sont beaucoup moins communes que les plis. Elles varient de grosseur; lorsqu'elles se réduisent à celle d'une ficelle, elles sont plus serrées et plus fines.

On les rencontre dans l'ardoise par taches accidentelles, ou bien, elles affectent particulièrement certains bancs. Le litay des cordes en est généralement affecté sur toute l'étendue du gîte ardoisier d'Herbeumont. Les cordes contrarient

le clivage des schistes; quand elles sont prononcées, la pierre devient impropre à l'exploitation.

Rivaux. — Les rivaux sont des parties de roches remplies de fissures rapprochées et irrégulières qui les rendent impropres à être débitées en ardoises, à cause des divisions trop multipliées qui existent dans la masse. Ils comprennent ordinairement des bandes de 1 à 4 mètres de largeur, où le schiste est altéré, friable et rempli de fissures contournées formant du tout un véritable brouillage.

Dans le gîte d'Herbeumont, il existe cinq rivaux bien déterminés qui se dirigent à droite ou à gauche du long grain, en inclinant à l'est ou à l'ouest, suivant la disposition d'une fissure principale qui leur sert de direction. Ils laissent souvent filtrer des eaux.

Nayes. — Après les nerfs, les fissures les plus marquantes dans les schistes sont les nayes; elles se dirigent de gauche à droite du long grain, subdivisent les longueresses et favorisent ainsi le travail de l'extraction.

Long grain. — Le long grain est le sens dans lequel la cassure de l'ardoise est la plus facile, la plus nette; c'est-à-dire lorsqu'elle est provoquée suivant le fil de la pierre. Sa direction est parallèle à la plus grande pente des feuillets, et son plan perpendiculaire à la face du clivage. Il est souvent indiqué par des fibres que l'on remarque sur la surface de l'ardoise. La direction du long grain à Herbeumont est de 160° vers le sud. Les côtés latéraux des ouvrages d'exploitation sont toujours disposés au long grain, afin de ne pas couper la pierre à contre-fil.

WIBOROCHE. — Le gîte ardoisier de Wiboroche est également situé sur le territoire d'Herbeumont et sur le ruisseau d'Aise. Il se trouve à 1400 mètres au sud-ouest des grandes ardoisières, dans des schistes supérieurs ou reculés de 500 mètres au sud de la ligne de prolongement de la bande d'ardoise que l'on y exploite. Les couches comprises entre ces deux gîtes sont rendues inexploitables par des plis très-nom-

breux et rapprochés et par les roches schisto-quartzeuses dont elles sont mélangées.

Les ardoisières de Wiboroche sont échelonnées sur une ligne de 400 mètres de longueur suivant la direction. Les travaux d'exploitation n'ont été poussés jusqu'à présent que sur une épaisseur de schiste de 25 mètres au-dessous du niveau du ruisseau d'Aise; mais le gîte paraît devoir comprendre entre deux assises quartzo-schisteuses, une série de couches d'ardoise de près de 75 mètres d'épaisseur, qu'on suppose plus ou moins susceptibles d'être exploitées.

La bande ardoisière de Wiboroche recoupe le ruisseau d'Aise vers l'extrémité ouest des carrières existantes. En se dirigeant vers la Semoi, les schistes sont généralement affectés de plis, de cordes et de contournements qui leur donnent un aspect tout particulier. Vers l'est, elle est peu reconnue. De puissantes assises schisto-quartzeuses succèdent à cette bande en avançant vers le sud; toutefois, on y remarque sur plusieurs points des taches ou de petits massifs de schiste assez fissile pour en permettre l'exploitation, bien qu'ils soient encore affectés de plis, de brouillages et de filons de quartz blanc qui rendent les schistes ondulés. Dans un de ces massifs, on vient d'ouvrir tout récemment, entre Herbeumont et le moulin de Linglez, à la côte dite *la Fortelle*, une ardoisière qui promet d'être productive.

Allure et subdivision des schistes. — L'inclinaison et la direction des couches d'ardoise à Wiboroche sont les mêmes qu'aux grandes ardoisières (42 à 45° sud et 73° vers l'ouest). Le plan de clivage des schistes, quoique nous le considérions comme parallèle au plan de stratification, forme cependant à la carrière du Fauloup un angle de 3 à 4° avec la surface des lits.

Les schistes se subdivisent par des lits d'argile friable, d'une couleur noirâtre, comme aux grandes ardoisières. On distingue particulièrement, à environ 20 mètres de profondeur, à partir du niveau d'entrée des carrières existantes, le

grand pourri. Les diminutifs de lit, les caffrais ou les freschays n'ont pas encore reçu de nom particulier.

Composition et caractères des schistes. — L'ardoise de Wiboroche est plus fissile et moins dure dans la partie supérieure du gîte qu'aux grandes ardoisières; mais la pierre, dans les couches inférieures, en se rapprochant des assises schisto-quarzeuses qui leur servent de mur, acquiert plus de dureté, se charge de calcaire; elle diffère alors bien peu de la meilleure ardoise des grandes ardoisières.

En général, le schiste de Wiboroche est moins calcarifère qu'aux grandes ardoisières; le quartz y est plus abondant et s'y mélange avec les schistes de manière à produire des massifs schisto-quartzeux impropres à être exploités et débités en ardoises.

La pyrite de fer, en petits cristaux cubiques, est abondamment répandue dans l'ardoise. Les empreintes de fossiles indéterminables qui s'y trouvent sont ordinairement chargées de cette substance, qui forme, sur la surface des feuillets, des espèces de traînées, et qui finit par s'altérer sensiblement par une longue exposition aux influences atmosphériques. On rencontre dans le schiste-ardoise de Wiboroche, des veines de quartz blanc mélangé de chaux carbonaté spathique et des traces de galène lamellaire.

Accidents.— Indépendamment des schistes quartzeux compactes ou finement grenus qui se trouvent en nids, en rognons ou en amas, formant un tout avec la masse, dans l'ardoise de Wiboroche, et qui rendent des parties considérables impropres à l'exploitation; elle est encore affectée d'accidents que nous indiquerons brièvement :

Plis. — Les plis y sont, comme aux grandes ardoisières, fréquents et forment avec les cordes l'accident le plus général et le plus défavorable à l'exploitation. Ils sont beaucoup plus abondants et plus rapprochés sur certains points que sur d'autres, en affectant un certain parallélisme dans le sens de la direction, mais ils n'établissent point de solutions de

continuité dans les schistes, aussi étendues, aussi régulières qu'aux grandes ardoisières; par conséquent, les grands nerfs n'y sont pas aussi bien marqués.

Cordes. — Les cordes sont communes à Wiboroche; les feuillets de schiste présentent des rides plus ou moins prononcées qui se dirigent, en se ramifiant, dans le sens de l'inclinaison. Elles sont abondantes dans certaines parties du gîte, pour disparaître plus loin dans le prolongement du même banc. Sur la gauche du groupe d'exploitation, elles existent sur plus de 20 mètres d'épaisseur dans les assises inférieures du gîte.

Rivaux. — Dans quelques exploitations, on trouve des rivaux qui consistent en schiste altéré et fissuré, entièrement impropre à l'exploitation. Ils laissent filtrer des eaux.

Long grain. — Le long grain est très-bien marqué dans l'ardoise de Wiboroche, par des fibres et des grains pyriteux allongés suivant le fil de la pierre.

Rompes et ondulations. — On remarque dans les schistes de ce gîte des vides en forme de crevasses peu étendues, que les ouvriers nomment des *rompes*, lesquelles sont à peu près parallèles au plan des nerfs. Les feuillets présentent aussi des surfaces légèrement ondulées. Ces accidents paraissent devoir leur origine à ce que les solutions de continuité (grands nerfs) n'ont pas été assez générales et assez régulières lors de la compression des couches schisteuses qui a produit les plis.

Fissures. — La roche est divisée par des fissures plus ou moins régulières qui sont obliques soit au long grain, soit au plan de clivage. Les petites fissures ont peu d'étendue, mais, par leur multiplicité, elles occasionnent du déchet dans le débit de la pierre.

Laviot. — Le gîte ardoisier de Laviot appartient aux schistes calcarifères que l'on observe entre Bouillon et Alle, et qui s'étendent d'Herbeumont vers la Meuse. Plusieurs exploitations y sont ouvertes sur les rives de la Semoi, dans une bande de schiste-ardoise de peu de largeur, que cette rivière, par les sinuosités qu'elle forme dans cette localité, recoupe plusieurs fois entre Rochehaut et Alle.

Allure et subdivision des schistes. — A l'ardoisière de Laviot, qui est située à 500 mètres au nord-ouest de Frahan, sur la rive droite de la Semoi, la direction des couches est de 70° vers l'ouest; elles plongent au sud de 46°. On considère la stratification comme étant parallèle au plan de clivage des schistes.

Il n'existe pas, jusqu'à présent, de subdivisions bien déterminées dans l'ardoise de Laviot, d'autant plus que les travaux d'exploitation ne se sont étendus que sur une épaisseur de schiste de 8 mètres; cependant, on peut remarquer à l'escarpement qui borde la rivière de Semoi, au pied duquel l'ardoisière est ouverte, des assises de schiste fissile alternant avec d'autres qui le sont moins, paree qu'elles se chargent de substances calcaire ou quartzeuse qui rendent la pierre impropre à être débitée en ardoise. Les schistes qui se trouvent au-dessous de ceux que l'on exploite à la carrière de Laviot, paraissent être plus tendres, d'un clivage plus facile, d'un tissu plus fin, comme, par exemple, à l'ardoisière de Hour, laquelle est située à 700 mètres environ au nord-ouest de l'ardoisière de Laviot.

Composition et caractères des schistes. — L'ardoise de Laviot est calcarifère, a une couleur bleu-noirâtre et beaucoup de dureté et de ténacité. Les substances calcaire et quartzeuse qui entrent dans sa composition, n'étant pas disséminées uniformément dans la masse, il en résulte des différences de texture qui rendent la pierre plus ou moins sèche, le clivage peu facile et la surface des feuillets inégale.

On y trouve la pyrite de fer en grains, en petits cristaux cubiques et en pellicules entre les joints de texture, mais elle est moins abondante qu'à Herbeumont; la chaux carbonatée spathique en veines dans les fissures et les brouillages, ainsi que des veines et des filons irréguliers de quartz blanc.

Accidents. — *Plis.* — L'ardoise de Laviot est affectée de plis comme à Herbeumont. Ils sont assez multipliés dans certaines parties de roche, pour les rendre inexploitables. Ils

forment rarement des solutions de continuité assez régulières dans la masse pour constituer de grands nerfs. Ce plissement imparfait des schistes a donné naissance à des feuillets à surface ondulée qui rendent souvent l'ardoise gauche et le clivage de la pierre difficile.

Fissures. — La roche est divisée par des fissures qui la recoupent sous différents angles, toujours obliquement au long grain. Elles sont quelquefois assez multipliées pour occasionner un grand déchet dans le débit de la pierre, si l'on ne prenait la hauteur de l'ardoise parallèlement à ces joints.

Bugnes, rivaux. — Les bugnes et les rivaux forment dans l'ardoise des bandes étroites de schiste altéré, fissuré, contourné, qui donnent peu de produits utiles pour l'exploitation.

Peaux — Les peaux sont des joints semblables aux lits; mais ils coupent obliquement les bancs d'ardoise en plongeant assez fortement à droite du long grain.

NEUFCHATEAU. — Parmi les schistes quartzeux des environs de Neufchâteau, on rencontre quelques taches de schiste assez fissile pour être exploité et converti en ardoise. C'est dans de petits gîtes de l'espèce que sont ouvertes les ardoisières de Blanc-Caillou et de Longlier, situées à l'ouest et à l'est de Neufchâteau, à peu près sur la même direction. Elles sont assez rapprochées de la bande de schiste ottrélitique des environs de Grand-Voir.

Allure et subdivision des schistes. — Le schiste exploité à Blanc-Caillou, considéré comme étant parallèle aux veines et aux bancs schisto-quartzeux qui se lient et passent à l'ardoise, a une direction de 90° vers l'ouest. Elle forme un angle de 7° avec le plan de clivage. Les bancs plongent de 52° vers le sud, et les feuillets de 55°. Le gîte de Blanc-Caillou se mélange vers l'est de roches schisto-quartzeuses, et paraît éprouver à l'ouest beaucoup de variations dans l'épaisseur du schiste exploitable. Il a 5m30 de puissance et se divise en trois bancs de 1 à 2 mètres d'épaisseur, par des lits qu'on nomme peaux

ou caffrais, lesquels sont parallèles aux veines quartzeuses qui se trouvent en grand nombre dans les schistes. Il existe au toit et au mur d'autres schistes qui n'ont pas été jugés susceptibles d'exploitation, à cause des parties schisto-quartzeuses qu'ils renferment.

Caractères du schiste. — Le schiste-ardoise de Neufchâteau est généralement un peu quartzeux, indépendamment d'une infinité de veines de cette substance qui le traversent. Le carbonate de chaux s'y trouve aussi, mais en très-petite quantité. Il est dur, tenace et très-peu fissile, même dans les parties de la roche qui paraissent les plus homogènes, ce qui rend les ardoises peu unies. On y remarque la pyrite de fer en petits cristaux, en noyaux qui forment des espèces de traînées sur la surface des feuillets de schiste. Le carbonate de chaux, à l'état spathique, et le quartz blanc-laiteux se trouvent dans les fissures et entre les joints.

Accidents. — L'ardoise de Blanc-Caillou renferme, comme nous l'avons déjà dit, de petites veines quartzeuses et des noyaux de la même substance; ces veines n'empêchent pas le clivage de la pierre, pourvu qu'il s'exécute sur des feuillets d'une certaine épaisseur.

Plis. — Les plis qui affectent généralement les schistes d'Herbeumont et ceux des rives de la Semoi, disparaissent presque entièrement à Blanc-Caillou.

Cordes. — Les cordes y sont rares; cependant, le schiste de Barville qui est supérieur d'environ 50 mètres au gîte de Blanc-Caillou, renferme un banc d'ardoise rempli de cordes de la grosseur d'une ficelle, qui sont très-serrées. Ce même fait existe dans les assises supérieures au gîte des grandes ardoisières d'Herbeumont, notamment à l'ardoisière abandonnée, dite *des Collard*.

Rivaux. — Il existe à Blanc-Caillou un rivau qui a plus de 10 mètres de largeur. Il consiste en un schiste noirâtre, friable, contourné et rempli de fissures. Il fournit des voies d'eau abondantes.

Fissures. — La masse schisteuse est divisée par des fissures qui sé dirigent dans tous les sens, en recoupant la pierre suivant son épaisseur. Dans certaines parties du massif en exploitation, elles ne sont pas aussi fréquentes qu'on pourrait le désirer pour faciliter le travail d'exploitation. En général, les parties de roches les moins accidentées perdent de leur fissibilité à mesure qu'elles deviennent plus quartzeuses.

Les observations qui précèdent sont, en grande partie, applicables aux ardoisières de Barville et de Longlier, qui sont ouvertes dans la même série de roches; c'est-à-dire dans les assises inférieures de l'étage supérieur du terrain ardoisier.

MARTELANGE — Les ardoisières de Martelange sont situées à l'ouest du village de ce nom, sur la rive droite de la Sure. Il en existe encore, et ce sont les plus anciennes, à $^{1}/_{4}$ de lieue au sud du même endroit, à proximité de la route d'Arlon à Namur; ces dernières appartiennent maintenant au grand duché de Luxembourg. Entre ces deux groupes d'exploitation, il y a quelques carrières de dalles.

Composition et caractères des schistes. — Les roches de Martelange sont composées de schistes quartzeux et calcarifères. Elles comprenent, dans leur ensemble, une série de bancs où la substance quartzeuse est dominante. Dans les couches d'un aspect plus schistoïde, la structure est plutôt grossière que fine et serrée; ce n'est que quand elles présentent quelque uniformité dans la texture que la pierre se laisse débiter en feuillets assez minces et assez réguliers pour en faire des ardoises. Du reste, les variétés de texture y sont si fréquentes dans la même assise, dans le même banc et jusque dans le même bloc, que la pierre qui paraît la plus homogène, subit un très-fort déchet en la débitant en ardoise. C'est pour ce motif que, dans les carrières de Martelange, on utilise les produits de l'extraction pour ardoises ou pour dalles, suivant le plus ou moins de fissilité de la pierre.

L'ardoise de Martelange est assez dure et tenace. Sa couleur est d'un bleu noirâtre. Le long grain n'y est pas bien

caractérisé, parce que le schiste n'est peut-être pas assez cristallin, ou qu'il n'a pas subi l'action métamorphique d'une manière assez prononcée.

Allure des schistes. — Les gîtes de Martelange n'étant que des taches accidentelles peu étendues, ou des parties de schiste plus ou moins fissile dans les roches schisto-quartzeuses, il n'y existe pas de subdivisions bien marquées. Le plan de clivage paraît être parallèle à celui de stratification. La direction des couches est de 92° vers l'ouest. Elles plongent de 78° vers sud.

Accidents.—L'ardoise contient, indépendamment des parties schisto-quartzeuses, des nœuds fréquents de quartz et de calcaire grenu ou lamellaire, de la pyrite de fer en cristaux et en petits amas, des empreintes de fossiles qui forment aussi des nœuds dans la pierre et qui en contrarient par conséquent le clivage.

Rivaux. — On rencontre dans ces gîtes des rivaux considérables et en grand nombre. Le schiste qu'ils renferment passe à l'état d'une argile grasse d'un noir foncé. C'est souvent à l'approche de ces rivaux, qu'on appelle *pourris*, que la pierre est le plus facile à fendre, parce qu'elle est d'un clivage onctueux.

Couteaux. — Les fissures qui divisent la masse schisteuse sont très-multipliées et occasionnent partout un fort déchet en débitant la pierre. Parmi ces fissures, on remarque surtout les couteaux qui se prolongent sur certaines distances avec quelque régularité. Ils recoupent la planche de pierre de droite à gauche, en inclinant vers le sud. Près des couteaux, la pierre subit quelquefois des changements défavorables à l'exploitation.

GITES ARDOISIERS DE L'ÉTAGE INFÉRIEUR.

MASSIFS DES ENVIRONS DE BERTRIX. — Les gîtes ardoisiers dont il va être question, se trouvent dans le massif de schiste ottrélitique et de schiste bleu fissile qui s'étend des environs

de Grand-Voir jusqu'à Vivy, vers la Semoi. Il se compose de couches minces discontinues, renflées ou amincies de schiste d'un beau bleu foncé, d'un tissu fin, d'une fissilité remarquable, qui sont nettement intercalées entre des bancs de quarzite. On pourrait croire qu'une ardoise aussi homogène, aussi fissile, aussi bien dessinée dans les roches quartzeuses devrait permettre d'y établir des exploitations aussi multipliées que productives. Cependant, il n'en est pas ainsi; parce que les couches d'ardoise n'ont, en général, qu'une très-faible épaisseur, comparativement aux quartzites qui les accompagnent; que l'attaque des roches quartzeuses nécessite des dépenses considérables, et qu'une exploitation ne peut être productive, eu égard à l'importance des travaux entrepris jusqu'à présent, qu'autant qu'elle serait située de manière à l'assécher par des forces hydrauliques. Il résulte de ces circonstances qu'une ardoisière établie dans ce massif, d'après les conditions les plus favorables, ne présente guère plus d'avantages que celles qui sont ouvertes dans les gîtes de l'étage supérieur.

Géripont. — Le gîte ardoisier de la Géripont est situé entre Bertrix et Fays-les-Veneurs, sur le territoire d'Offagne. Il se continue à la rive droite du petit cours d'eau de la Géripont. qui forme plus bas le ruisseau des Rudes-Aleines, sous un plateau qui s'étend à l'ouest jusqu'au ruisseau de Fays-les-Veneurs. Quoique les couches d'ardoise paraissent interrompues par une faille sur le cours d'eau de la Géripont, elles reparaissent cependant sur la rive gauche. Des deux côtés, elles sont recouvertes par des bancs puissants de quartzite qui forment saillie, mais qui disparaissent bientôt sous les ondulations peu sensibles des plateaux environnants.

Allure et subdivision des couches. — La direction des couches est de 76° vers l'ouest. Les bancs de quarzite plongent de 23° vers le sud et les feuillets de schiste de 33°. Le plan de clivage forme donc avec celui de stratification un angle de 10°. La direction du premier paraît être parallèle à celle du

second, ou du moins s'en écarter très-peu. Ces données, du reste, doivent présenter des différences, puisqu'on a vu, dans la description géologique, que les couches de schiste fissile éprouvent des interruptions, des renflements et des amincissements. A l'ardoisière de la Géripont, la série des bancs schisteux et quartzeux en exploitation, qui est de 8m49 à la partie inférieure des travaux, n'est plus, vers la tête des couches, sur la droite, que de 5 à 6 mètres : les bancs de quartzite acquièrent plus d'épaisseur à mesure que l'on s'éloigne des affleurements.

Les travaux d'exploitation à la Géripont, comprennent une assise de 8 mètres environ d'épaisseur. A partir du toit, qui consiste en un banc puissant de quartzite, elle se subdivise comme suit :

1° Une veine d'ardoise d'environ . . .	1m00	d'épaisseur.
2° Un caillou de	0,03	—
3° La bonne veine (ardoise) de. . . .	0,81	—
4° Un caillou de	0,06	—
5° Une veine d'ardoise, dite *les doux*, de	0,64	—
6° — — dite *dur doux*, de	0,05	—
7° La fine veine (ardoise). de	1,00	—
8° Un caillou de.	0,64	—
9° Veines d'ardoise dites *les Noires*, de	1,16	—
10° La petite veine (ardoise), de. . . .	1,80	—
11° Enfin, les veines du fond avec caillou, où l'on pratique le crabotage, de	1,30	—

Composition des schistes. — Le schiste de la Géripont est ottrélitique, c'est-à-dire qu'il contient des paillettes miroitantes d'ottrélite ; mais ces paillettes sont si minces qu'elles ne contrarient nullement la division en feuillets. Il a une couleur d'un beau bleu foncé, un tissu fin et satiné. Sa fissilité est remarquable. Il est dur et tenace et se trouve en couches peu épaisses, nettement intercalées entre des bancs de quartzite, sans qu'il existe aucune trace de joints de stratification.

Accidents. — Quoique les schistes soient parfaitement homogènes et les couches séparées des bancs quartzeux, elles ne sont pas néanmoins exemptes d'accidents plus ou moins défavorables à l'exploitation.

Bugnes. — Les bugnes sont des bandes de schiste très-fissuré et altéré sans être cependant friable, lesquelles ont ordinairement 1 à 2 mètres de largeur; elles traversent toute l'épaisseur de l'assise schisteuse exploitée. Leur direction est assez souvent intermédiaire entre le long grain et la direction des couches; quelquefois, elles se ramifient dans tous les sens.

Rivaux. — Les rivaux recoupent les schistes obliquement au plan de clivage, en suivant un joint principal. Ils sont moins inclinés dans l'ardoise que dans les bancs de quartzite. La roche qui les avoisine est friable, altérée et fissurée sur une certaine largeur.

Peaux. — Les peaux sont des joints assez réguliers qui traversent la série des schistes et des cailloux, en favorisant le travail d'extraction.

Plis. — Les plis long grain se dirigent un peu à gauche du long grain de la pierre, les plis ordinaires suivent à peu près la direction des couches. Les uns et les autres, quoique assez rares à la Géripont, sont défavorables à l'exploitation, en ce sens qu'ils interrompent le clivage et produisent un fort déchet dans le débit de la pierre en feuillets.

Nerfs et couteaux. — Les nerfs sont des joints réguliers qui forment souvent la paroi des épontes, tandis que les couteaux limitent les côtés latéraux des ouvrages d'exploitation, en facilitant l'abattage de la pierre.

Fissures. — Outre les fissures apparentes qui favorisent l'extraction, l'ardoise de la Géripont est encore affectée de petites fissures qui n'accusent leur présence qu'en débitant la pierre en feuillets. Elles occasionnent un déchet considérable si elles sont fréquentes.

Pourri. — Le pourri à la Géripont est un joint qui a beau-

coup d'analogie avec le rivau. Il fait un angle de 15° vers le sud avec la direction des couches. Ce joint est rempli de fragments de schiste friable, de quartz carié, de chaux carbonatée spathique, mélangés avec de l'argile grisâtre. Le pourri ne serait qu'une faille qui existerait à la gauche de l'exploitation, car, à son approche, on a trouvé que les veines d'ardoise sont interrompues et brouillées. Des recherches pratiquées en suivant cette faille en profondeur, n'ont fait reconnaître que des masses quartzeuses comme il en existe au toit de la série des couches schisteuses que l'on exploite; mais comme ces couches reparaissent au-delà du ruisseau de la Géripont, il est possible qu'elles éprouvent un rejet compris entre deux failles, ayant entre elles la largeur du vallon de la Géripont.

ROCHEBEAU. — Le gîte ardoisier de Rochebeau est situé à $^1/_4$ de lieue au sud-sud-ouest de celui de la Géripont, sur la rive gauche du ruisseau de Fays-les-Veneurs. Il se compose, comme ce dernier, d'une série de couches d'ardoise d'une faible épaisseur, nettement intercalées entre des bancs de quartzite.

Caractères des schistes. — L'ardoise a les mêmes caractères qu'à la Géripont : c'est un schiste bleu foncé, d'un tissu fin, d'un aspect satiné. L'ottrélite y est rarement bien prononcée. La pierre est si fissile et si saine, que l'exploitation, qui ne comprend qu'une couche de 2^m30 d'épaisseur entre deux bancs de caillou, soutient la concurrence avec les ardoisières ouvertes dans des gîtes d'une puissance beaucoup plus considérable. Toutefois, les couches d'ardoise de cette localité n'offrent pas toutes la même richesse que celles de Rochebeau, parce qu'elles renferment souvent des veines quartzeuses au point de rendre la pierre beaucoup moins fissile.

Allure et subdivision des schistes. — L'inclinaison des schistes est de 10° vers le sud. La direction est sensiblement la même qu'à la Géripont. La seule couche exploitée à Rochebeau a, comme nous l'avons dit, 2^m30 d'épaisseur. Les veines supé-

rieures et inférieures ont été considérées comme inexploitables. Ces dernières comprennent :

1° L'épaisseur du crabotage, formé de 0m66 de veine et de 0m32 de caillou, en tout . . .		0m98
2° Un schiste dur et quartzeux, d'une épaisseur de		0,48
3° Une petite veine d'ardoise,	—	0,16
4° Un schiste dur et quartzeux,	—	0,66
5° Un banc de caillou,	—	0,48
6° Une veine d'ardoise,	—	0,58
7° Un banc de caillou,	—	0,12
8° Un schiste dur et quartzeux,	—	0,44

Accidents. — On trouve dans l'ardoisière de Rochebeau les mêmes accidents qu'à la Géripont. Les petites fissures invisibles dans la masse, qui n'accusent leur présence qu'en fendant la pierre, et qui donnent naissance à une quantité de petits feuillets informes, y sont très-fréquentes.

Faille. — Il existe à l'ardoisière de Rochebeau une faille qui rejette les couches de 0m70 vers le mur. Elle a, à peu près, la direction de celles que l'on rencontre à la Géripont.

Paireux. — Une ardoisière est ouverte au lieu dit Paireux, à environ 4000 mètres à l'ouest de la Géripont, sur le territoire de Fays-les-Veneurs. Quoique le schiste y soit fin et extrêmement fissile, le peu d'épaisseur des couches, les rivaux considérables dont elles sont affectées, ont fait abandonner les travaux que l'on y avait entrepris. Dans la localité de Paireux, il existe des traces d'exploitation qui doivent être très-anciennes.

Recherches diverses. — Des recherches d'ardoise ont été entreprises à différentes époques, dans le même massif des schistes bleus fissiles qui nous occupe, en se rapprochant de la Semoi et de la bande de schiste calcarifère; mais, soit que ces recherches aient été mal dirigées ou pratiquées dans des couches d'une trop faible épaisseur, soit qu'on ait rencontré des schistes accidentés et mélangés de parties quartzeuses,

elles n'ont donné lieu à aucune exploitation de quelque durée.

Une de ces recherches, faite dans un gîte qui paraît avantageux à exploiter, tant par la richesse et la qualité de la pierre, que par l'épaisseur des couches d'ardoise qu'il renferme, est situé à la côte de *Badat,* sur le territoire de Bellevaux, vers la limite sud des schistes bleus fissiles.

VIELSALM. — Le gîte ardoisier de Vielsalm occupe, sur les deux rives de la Salm, qui le traverse du sud au nord, une étendue d'environ 1500 mètres. Les carrières les plus importantes, dites *du Grand Thier,* sont ouvertes dans la partie supérieure du versant d'une colline qui se trouve entre Salm-Château et Neuville. Elles comprennent une épaisseur de schiste d'environ 20 mètres et une étendue de 1000 mètres.

Caractères des schistes. — Le schiste-ardoise de Viel-Salm est d'une couleur rougeâtre et gris-bleuâtre, passant au violet et au verdâtre. Son tissu, dans la série des couches que comprend le gîte, varie de finesse, et de là dépend le degré de fissilité de la pierre.

L'ottrélite s'y présente comme des points ou de petits disques miroitants d'une couleur noirâtre, qui donnent à la pierre l'aspect d'une structure fibreuse, et à l'ardoise une surface *scabre* dans le sens du clivage. En approchant du toit des couches en exploitation, le schiste passe au verdâtre, a une texture schisto-compacte et renferme de petits cristaux de fer oxidulé. En général, il est dur et très-tenace, d'un clivage un peu sec; néanmoins, lorsqu'il est homogène, il se fend avec une parfaite régularité.

Allure et subdivision des schistes. — La direction du plan de clivage des schistes au Grand-Thier, est de 83° vers l'ouest; celle des bancs schisto-quartzeux, ou de stratification, est de 78° vers le même point de l'horizon. Les feuillets de schiste plongent de 55° et les couches de 50° vers le sud. Ces données sur la direction et l'inclinaison ne sont pas toujours con-

stantes, parce que les bancs quartzeux éprouvent dans leur allure des variations sur l'étendue du gîte.

Les veines d'ardoise du Grand-Thier, vers l'extrémité est du gîte, paraissent s'enfoncer sous des schistes quartzeux auxquels elles passent peut-être, lesquels sont recouverts à leur tour par les arkoses et les poudingues de l'étage supérieur du terrain ardoisier qui recouperaient ainsi la ligne de prolongement des couches d'ardoise. Vers l'ouest, à partir de la Salm, les schistes deviennent moins fissiles, moins homogènes qu'au Grand-Thier; ils ne sont plus nettement divisés par des *minants*. D'après ces considérations, il semble que le gîte du Grand-Thier forme une espèce de grande lentille qui se distingue par des schistes d'un tissu plus fin, d'une texture plus uniforme que ceux qui existent à ses extrémités.

Le gîte du Grand-Thier, qui a, comme nous l'avons dit, environ 20 mètres d'épaisseur, se divise d'abord en trois veines principales que l'on nomme la Déliveine, la Fleur de grosse veine et la Grosse pierre. Les deux premières produisent des ardoises fines; tandis que l'on obtient ordinairement de la troisième de grosses ardoises informes appelées *cherbins* et *ardoises à mortier*. L'exploitation de cette dernière couche s'arrête habituellement au mur, à un joint désigné sous le nom de Blanche-Peau. A partir du toit, lequel est composé de schiste quartzeux verdâtre, peu fissile, rempli de fissures et contenant des cristaux d'aimant, les couches sont séparées par de petits lits quartzeux d'une couleur verdâtre, que l'on nomme *minants*.

Elles se subdivisent comme suit :

1° Les veinettes (contenant deux petits minants) épaisses de	0m75
2° Le litys, d'une épaisseur de.	1,80
3° Les raies, ou mauvaises pierres non fissiles, d'une épaisseur de	0,48

4° La déliveine, qui se divise en cinq litys appelés Bon-vert, Mauvais-vert, Petit-rouge, Gros-rouge et Biou, épaisse de	5,25
5° Les 9 grès comprenant 9 petites veines d'ardoise où l'on crabote ordinairement, d'une épaisseur de.	2,50
6° La fleur de grosse-veine, épaisse de . .	3,60
7° La grosse veine ou grosse pierre, ép. de	6,00

Les veines d'ardoise sont encore subdivisées par des diminutifs de minants qui sont toujours très-minces, de sorte que l'on peut considérer l'ensemble des schistes exploités à Viel-Salm comme alternant avec une infinité de veines quartzeuses ayant une direction et une inclinaison différentes de celle du plan de clivage.

Accidents.— Indépendamment des minants qui établissent, comme nous venons de le voir, des divisions presqu'infinies dans l'ardoise de Vielsalm, on y rencontre encore des veines de quartz blanc qui recoupent les schistes dans deux sens différents : celles qui se dirigent à peu près comme les schistes, se nomment des cailloux; les autres, qu'on appelle des retours, forment avec les premières un angle d'environ 90°. Elles éprouvent des renflements et des amincissements, n'ont ordinairement pas plus de $0^m,40$ d'épaisseur, et sont plus abondantes vers le mur qu'en approchant du toit des couches exploitées.

Selles. — Les selles sont des joints qui ont à peu près la même direction que les schistes. Ils plongent vers le nord; on peut les considérer comme des nerfs.

Délivrances. — Les délivrances se dirigent du nord-ouest au sud-est. Ces fissures facilitent le travail d'extraction.

Montants. — Les montants sont des fissures presque parallèles au long-grain. Elles limitent parfois les côtés latéraux des ouvrages d'exploitation.

Schiwas. — Les schiwas sont des fissures qui affectent la roche en tout sens.

GÎTES ARDOISIERS DE LA RIVE GAUCHE DE LA MEUSE.

Dans un mémoire publié dans *les Annales des travaux publics* (Tome III, page 317), nous avons décrit les gîtes ardoisiers de Rimogne, de Deville et de Monthermé, qui sont situés dans les schistes aimantifères, ainsi que ceux des environs de Fumay appartenant aux schistes fissiles bleuâtres et rougeâtres. Il nous paraît inutile d'en faire un nouvel exposé.

Pour terminer nos observations sur les gîtes ardoisiers de l'Ardenne, il ne nous reste plus qu'à parler de ceux qui se trouvent sur le territoire Belge à la rive gauche de la Meuse.

Ces gîtes sont situés à Oignies, à Bruly, à la petite Chapelle, dans les environs de Cul-des-Sarts et près de la forge Jean-Petit, sur l'eau noire, etc.

Quoique des exploitations très-importantes y soient ouvertes, dont quelques-unes sont même fort anciennes, nous n'avons pu les étudier de manière à en suivre tous les détails, à en saisir toutes les particularités, parce que les travaux de ces ardoisières sont souvent repris et interrompus pour être de nouveau repris et abandonnés. Nous ne pouvons donc donner sur ces gîtes que des généralités.

Les couches d'ardoise qu'ils comprennent ont à peu près la même allure que celles des gîtes des environs de Fumay. Elles éprouvent des renflements, des amincissements et des interruptions ; sont mélangées de veines et de petits amas quartzeux, bien qu'elles soient nettement intercalées entre des bancs de quartzite, et aient ordinairement peu d'épaisseur.

Lorsque dans la masse, les schistes dominent sur les bancs quartzeux, l'ardoise est douce au toucher, peu dure et d'un clivage facile, mais la décomposition des pyrites dont elle est imprégnée l'altère et la rend souvent trop tendre.

Par l'effet du plissement que les couches ont subi, les roches quartzeuses forment des torches autour desquelles se contournent les lames schisteuses. Il résulte de ce plissement beaucoup de variations dans la direction et l'inclinaison des

veines d'ardoise. Enfin les roches sont affectées d'une infinité de fissures plus ou moins apparentes qui causent un fort déchet en extrayant et en débitant la pierre.

Les joints les plus considérables, dans les schistes susceptibles d'une prompte altération, donnent naissance à des rivaux qui ont quelquefois une largeur considérable.

En général, les accidents les plus contraires à la prospérité d'une exploitation de quelqu'importance sont, dans ces gîtes, les voies d'eau, les brouillages, les rivaux, les fissures trop multipliées, et le défaut d'une texture uniforme, suite du mélange des substances quartzeuses dans les schistes.

GÎTES ARDOISIERS DE L'ANJOU, DE LA MOSELLE ET DU RHIN.

GITES D'ANGERS. — Les gîtes ardoisiers des environs d'Angers, appartiennent, d'après les caractères des schistes qu'ils renferment et les fossiles qu'on y trouve, à l'étage supérieur du terrain ardoisier. Il en a été donné une description dans le Tome III *des Annâles des travaux publics de Belgique*.

Nous divisions les gîtes ardoisiers de la Moselle et du Rhin en six groupes principaux, qui sont situées dans les environs de Trèves, de Sarrebourg, de Berncastel, de Müllenbach, sur la Moselle, de Caub, et de Bollenback, sur le Rhin.

GITES DES ENVIRONS DE TRÈVES. — Les gîtes ardoisiers des environs de Trèves, qui appartiennent à l'étage supérieur du terrain ardoisier, se trouvent à 2 lieues à l'est de cette ville, dans les communes de Waltrack, de Morscheid, de Thom et de Felen. Ils consistent en petites taches accidentelles de schiste un peu plus fissile, d'un clivage moins imparfait que les schistes quartzeux dont se composent les roches de cette localité.

On ne les exploite, du reste, que pour des ardoises informes ou des plaques irrégulières de 5 à 7 millimètres d'épaisseur. La pierre est dure, tenace, d'une couleur bleu-foncé. Elle est rubanée, c'est-à-dire, sillonnée par des filets,

des veines, des bandes quartzeuses d'une nuance grisâtre. On ne rencontre pas de bancs quartzeux nettement intercalés dans les schistes, mais les veines et les filons irréguliers de quartz blanc y sont abondants.

Quoique l'espèce d'ardoise que produisent ces gîtes n'exige pas une pierre d'une grande fissilité, on ne peut néanmoins y établir des carrières d'une grande importance, parce que les massifs les plus avantageux à l'exploitation, n'ont pas d'étendue; ils passent dans leur prolongement à des roches mélangées, qui varient de texture. Cette circonstance donne naissance à une infinité de petites carrières qu'on abandonne lorsqu'on rencontre de la mauvaise pierre, pour reporter l'exploitation sur d'autres points.

Sarrebourg. — Depuis quelques années seulement on a entrepris d'exploiter l'ardoise à Sarrebourg et dans les environs, mais cette industrie ne peut guère y acquérir une grande prospérité. Les schistes y sont quartzeux, peu fissiles. Ils appartiennent comme ceux de Trèves, à l'étage supérieur du terrain ardoisier. Dans les petits massifs qu'on y exploite, on remarque des plis, des cordes, des rivaux et une infinité de fissures et de veines de quartz blanc laiteux. Comme à Trèves, on n'y façonne que des plaques irrégulières d'une épaisseur de 5 à 7 millimètres.

Berncastel. — Les gîtes ardoisiers que nous désignons sous le nom de Berncastel, parce que c'est dans les environs de cette ville qu'on rencontre les ardoisières les plus considérables, sont situés sur la rive droite de la Moselle. Ils occupent une zône de près de 10 lieues de longueur, sur une 1/2 lieue de largeur.

Les premières ardoisières que l'on trouve en descendant la Moselle de Trèves à Coblentz, sont à Nemaguen, à Trum, à Burienne; on arrive ensuite à celles de Berncastel, de Loncamp, d'Irmenach, de Trarback, de Traben, d'Enkirck et de Zell; il en existe encore plus loin vers le nord est, près d'Althagen, de Peterswald et de Mitel-Strimich.

La direction des couches, assez constante dans toute l'étendue de cette zône ardoisière, est d'environ 110° vers l'ouest. L'inclinaison est partout très-forte : lorsque les couches ne sont point verticales, elles plongent parfois au nord, mais le plus souvent vers le sud.

Le schiste exploité dans ces divers gîtes, se clive avec assez de régularité. Il a une couleur bleu foncé, un tissu assez fin; il est rubané, moins tenace et plus tendre que celui que l'on exploite dans les environs de Trèves. Il passe au schiste quartzeux plus ou moins impropre à être débité en ardoise.

Dans les environs de Berncastel, les lits ou petits bancs de quartz d'un blanc laiteux passant au grisâtre, y sont très-fréquents. L'ensemble du terrain présente une succession de couches d'ardoise peu épaisse qui alternent avec des lits de quartz blanc. Les schistes sont très-tourmentés à l'approche de ces lits qui ont dans la masse schisteuse une allure très-irrégulière.

La fissilité de l'ardoise dans les gîtes de Berncastel, sa ressemblance avec les schistes bleus fissiles de l'étage inférieur du terrain ardoisier, l'absence de traces de fossiles nous avaient d'abord porté à la considérer comme appartenant à cet étage, mais la présence de la galène et de la pyrite cuivreuse dans ces roches schisteuses, leur passage au schiste quartzeux, nous ont déterminé à les ranger provisoirement dans les assises inférieures de l'étage supérieur de ce terrain; quoiqu'on n'y remarque aucun indice de calcaire.

Les ardoisières ouvertes dans ces gîtes sont situées bien au-dessus du niveau de la Moselle, dans des couches presque toujours fortement inclinées. Il résulte de cette disposition que l'ardoise exposée ainsi à l'action destructive de l'eau et de l'air, a pu être altérée plus ou moins profondément. On remarque, en effet, des schistes altérés et friables, des fissures très-multipliées sur certains points, plus rares sur d'autres.

La pyrite de fer en petits cristaux n'y est pas commune,

mais les schistes paraissent imprégnés de cette substance qui en active la décomposition.

MULLENBACK. — Sur la rive gauche de la Moselle, entre Müllenback et la route royale qui conduit de Witlich à Coblentz, il existe un groupe d'ardoisières, connues sous le nom de carrières de Clottem.

Le gîte où elles sont ouvertes est exploité sur une $^1/_2$ lieue de largeur et une $^1/_2$ lieue de longueur. La direction des couches est d'environ 110° à l'ouest. Ellès plongent vers le sud de 50 à 55°. L'ardoise de Müllenback a beaucoup d'analogie avec le schiste des environs de Trèves. Elle passe au schiste quartzeux. On y trouve des veines de quartz blanc, des plis, des cordes et des brouillages. La pierre la plus fissile ne se fend avec une certaine régularité qu'en opérant sur des feuillets épais.

CAUB. — Il existe sur le Rhin entre Coblentz et Bigen quelques gîtes ardoisiers qui sont exploités dans les environs de Caub, de Lorch et sur le ruisseau de Wisper. Les couches ont une inclinaison très-prononcée vers le sud.

Le schiste est généralement quartzeux, dur et tenace. Les lits de quartz blanc y sont abondants. On remarque dans la masse des plis, des brouillages. On ne façonne dans ces carrières que des ardoises épaisses, peu unies qu'on écorne à peine pour leur donner une espèce de forme. Les morceaux moins grands sont vendus sans autre préparation que celle qui résulte du débit de la pierre en feuillets.

Arlon, le 15 février 1849.

CONSTRUCTIONS.

MÉMOIRE

SUR

LA CONSTRUCTION D'UNE ÉCLUSE A LA MER,

AU

PORT DE NIEUPORT,

PAR M. EM. BOUDIN,

SOUS-INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

PRÉLIMINAIRES.

1. L'écluse du *Comte,* située dans l'arrière-port de Nieuport, fut construite dans le double but d'améliorer la navigation et l'évacuation des eaux des Flandres. D'autres travaux, et notamment un canal d'évacuation et la pose de deux syphons en charpente, sous le canal de Plasschendaele à Nieuport, ont été entrepris pour concourir aux mêmes résultats.

Nous ne décrirons point ici les causes qui ont nécessité l'exécution de ces grands travaux; notre but est seulement de faire connaître les soins minutieux qu'exige la construction d'une écluse à la mer, et de rapporter tous les détails d'exécution de l'écluse du Comte.

2. *Emplacement.* — L'écluse du Comte est située à l'embouchure de l'ancienne crique de Nieuwendamme, par où la mer pratiquait encore en 1819 ses inondations très-avant

dans les terres ([1]). Cet emplacement était peu favorable à la construction d'une écluse, à cause que le sable du fond est mélangé d'une assez grande quantité de vase; mais les ouvrages de défense de la place et les trois écluses qui existaient déjà à l'extrêmité de l'arrière port, ne permettaient pas de grandes recherches, et c'était là le seul point où l'on pût encore construire un ouvrage de ce genre (pl. II).

3. *Nature du sol.* — Presque tous les ouvrages hydrauliques que l'on rencontre le long de notre littoral maritime, sont établis sur pilotis, mais la longueur des pilots varie de 5 à 12 mètres, suivant la nature du terrain. Afin de faire comprendre ce que l'expérience peut nous indiquer à cet égard, nous croyons devoir entrer dans quelques détails sur la constitution géologique de la côte ([2]).

1°. — A. Où le sol est vierge, règnent presque partout, un peu au-dessus du niveau de la marée basse, deux couches de tourbe superposées, présentant ensemble 1,^{m}40 à 1^{m},60 d'épaisseur. La couche inférieure entremêlée de racines et de feuilles de jonc, est la plus compacte des deux. Peu d'écluses ont été construites, avec ou sans pilots, sur ou dans la tourbe. L'ancienne écluse de Slykens, où une partie de la tourbe avait été conservée, est un exemple du peu de confiance que doit inspirer un pareil sol. Cette écluse s'est écroulée après 80 années d'existence, par suite des filtrations qui s'étaient formées sous la fondation.

B. Sous la tourbe on rencontre une terre bleue, mélangée de sable dans le rapport de 1 à 2; exposée à l'air, le sable se réduit en poussière et laisse la terre sous forme de petites mottes. Ce terrain donne peu d'eau, mais il n'est

([1]) L'écluse de chasse, construite à cette époque pour arrêter les inondations de la mer et évacuer les eaux qu'on dirigea vers cette crique, fut établie en dérivation, et l'ancienne embouchure fermée par une digue et défendue par un chemin couvert.

([2]) Ces détails sont extraits d'une lettre adressée à M. le ministre des travaux publics, par M. l'ingénieur en chef-directeur De Brock, le 30 août 1843, sous le n° 10250.

cependant pas très-favorable à la construction d'ouvrages hydrauliques. Des pilots de 8 à 11 mètres de longueur s'enfoncent encore de 0,m10 à 0m,20 à la dernière volée [1] et souvent, lorsque l'espacement des files ne dépasse pas 1m,00 d'axe en axe, les pilots qui ont été enfoncés les premiers ressortent par l'élasticité du terrain, à mesure que l'on en bat de nouveaux. Aussi, à plusieurs écluses construites sous le régime autrichien, a-t-on été obligé de renforcer la pointe des pilots pour les tenir en terre. On employait alors un plus grand nombre de pilots qu'aujourd'hui, mais ils n'avaient que 3 à 5 mètres de longueur.

2° Partout où les eaux de la mer ont fait irruption dans l'intérieur des terres, il s'est établi des courants de flux et de reflux qui ont été assez puissants pour déraciner la tourbe et creuser des chenaux de 7 à 15 mètres de profondeur, sous la basse mer de vives-eaux. Par l'action naturelle des eaux de la mer ou par suite d'endiguements successifs, ces chenaux ont pu s'ensabler totalement ou en partie et constituer quelquefois des ports de mer comme ceux d'Ostende et de Nieuport. Quoiqu'il en soit, on peut avoir souvent à construire des ouvrages hydrauliques dans des terrains modernes produits par des attérissements semblables à ceux dont nous venons de parler, et le mode de fondation varie alors avec les circonstances qui ont accompagné ces attérissements.

A. Dans la mer du Nord, le long de notre côte, la vitesse du flux est double de celle du reflux, et la marée montante roule avec elle une quantité beaucoup plus grande de sable et de vase que la marée descendante; il en résulte que toute crique ou port dont la conservation n'est pas assurée par l'écoulement d'une rivière (Nieuport) ou par des chasses artificielles (Ostende) doit nécessairement s'ensabler dans un laps de temps plus ou moins long. Les attérissements commen-

[1] On suppose une volée de 30 coups, d'un mouton de 500k tombant de 1m,25 à 1m,50 de hauteur.

cent par un envasement qui s'opère sur les points les plus éloignés de l'embouchure, et l'étendue du bassin d'inondation va constamment en diminuant; puis, la vitesse des courants étant suffisamment ralentie, le sable lui-même se dépose dans les parties du chenal précédemment affouillées. Ces remblais en sable pur s'élèvent ordinairement jusqu'à la hauteur de la demi-marée.

Dans un tel sol, il est quelques exemples d'écluses et autres ouvrages hydrauliques construits sans pilotis et même sans grillage. Si l'on adopte une fondation sur pilotis, des pilots de 0m25 à 0m30 de diamètre et de 5 à 6 mètres de longueur suffisent et offrent un résistance de 0m04 à 0m10 à la dernière volée.

B. Si, au lieu de laisser agir la nature, comme dans le cas précédent, on diminue subitement l'étendue du bassin d'inondation par des endiguements successifs, les dépôts se font différemment. Le flux, dont l'intensité du courant est soudainement diminuée, dépose, là où auparavant il avait opéré des affouillements, les coquillages, le sable et la vase la plus lourde qu'il n'a plus la force de charrier avec lui. Ces dépôts ne se font plus par assises régulières et de niveau, mais témoignent, par leur irrégularité, du trouble qui a présidé à leur formation.

Pour asseoir un ouvrage hydraulique sur un pareil terrain, on doit avoir recours à un pilotis, avec grillage et palplanches. La longueur des pilots varie avec l'homogénéité du sol et la quantité de vase qu'il contient. Des pilots de 6 à 9 mètres de longueur donnent, en général, un enfoncement de 0m06 à 0m15 à la dernière volée. Cette résistance est jugée suffisante. C'est sur des pilots battus à un pareil refus, tout au plus, qu'ont été élevés la plupart des ouvrages hydrauliques que l'on rencontre sur notre littoral maritime, et l'expérience prouve que des écluses de 6 à 9 mètres de hauteur de bajoyers, peuvent être assises sur de semblables fondations. Le terrain sur lequel repose l'écluse du Comte doit être

rangé dans cette classe ; nous y reviendrons immédiatement.

C. Enfin, si, par suite d'endiguements ou d'envasements naturels, le bassin d'inondation est suffisamment diminué, la vitesse des courants devient presque nulle, et les criques se remplissent de la vase la plus pure et la plus légère. Il faut alors des pilots de 10 à 12 mètres de longueur, et leur enfoncement à la dernière volée est encore de 0m15 à 0m20. De plus longs pilots ne donnent pas une plus grande résistance, comme on l'a observé lors de la fondation de l'écluse à siphon du *Contredam* près d'Ostende.

4. Avant la construction de l'écluse du Comte, on a fait quelques sondages pour s'assurer de la nature du sol; mais les fortifications et la digue de mer n'ont permis de reconnaître le terrain que dans la crique et dans le port, en amont et en aval de l'emplacement de l'écluse. Comme on pouvait s'y attendre d'après ce qui précède, les sondages ont fait voir que les pilots entreraient dans une sol composé en grande partie de sable de mer d'une couleur grisâtre et renfermant plus ou moins de vase et de coquillages. Estimant que la longueur des pilots pourrait varier de 6 à 8 mètres, on a adopté une moyenne de 7 mètres pour base des calculs, dans le détail estimatif.

5. *Système et dimensions de l'écluse.* — L'écluse est à sas, pour un ou plusieurs bateaux. La fondation est en charpente; le radier et les bajoyers sont en maçonnerie. Comme pour toutes les écluses de navigation à la mer, on a dû établir deux paires de portes d'ebbe et deux paires de portes de flot, afin de pouvoir faire éclusée lorsque la mer est à un niveau supérieur ou inférieur à l'étiage du canal [1]; il n'y a évidemment pas de murs de chute (pl. III).

Des aqueducs, ménagés dans les bajoyers, servent, con-

[1] Les écluses d'évacuation à la mer doivent être munies de deux paires de portes de flot ou d'une porte de chasse et d'une paire de portes de flot ; la sécurité du pays ne permettrait pas d'adopter une seule paire de portes. On y ajoute souvent une paire de portes d'ebbe pour pouvoir tenir les eaux de l'intérieur à une cote donnée.

curremment avec les ventelles des portes, à remplir et vider le sas et à maintenir le canal à sa cote de navigation. On peut descendre deux systèmes de poutrelles vers chaque tête et construire entre eux de solides batardeaux, soit pour faciliter les réparations qui deviendraient nécessaires, soit, en cas de guerre, pour tendre les inondations.

Un pont tournant, placé sur le bajoyer gauche, établit la communication d'une rive à l'autre.

En amont et en aval, on a construit des avant-radiers en fascinages et moëllons pour prévenir les affouillements; les talus des rives sont revêtus en moëllons aux abords de l'écluse.

Enfin, des estacades à claires-voies facilitent l'entrée et la sortie des navires.

L'écluse a 8 mètres de largeur et 75 mètres de longueur, d'une tête à l'autre. La longueur du sas est de 50 mètres entre les portes d'ebbe ou entre les portes de flot.

Le dessus des buscs est de niveau avec ceux de la nouvelle écluse de Furnes, c'est-à-dire à 3^{m}35 sous la cote de XVIII pieds ou 0^{m}75 au-dessus de la marée basse de vives-eaux: le radier est 0^{m}25 plus bas que les buscs.

Les bajoyers ont 6^{m}40 de hauteur, depuis le radier jusqu'à la surface supérieure des tablettes, qui se trouve ainsi à 2 mètres au-dessus des marées de vives-eaux.

6. *Batardeaux*. — Avant d'entamer la digue de mer, on a construit, dans le port, un batardeau destiné à garantir le pays et les travaux des eaux de la mer, et à permettre les épuisements pendant la construction. Ce batardeau, d'une forme circulaire, a été fait de manière à enceindre un espace suffisant pour la construction de l'écluse avec ses murs en retour, avant-radiers, perrés et estacades; son sommet, établi à 2 mètres au-dessus des marées de vives-eaux ordinaires, avait une largeur de 4 mètres au minimum; les talus étaient inclinés à raison de 2 de base pour 1 de hauteur vers la mer, et de 1 de base pour 1 de hauteur, vers l'intérieur (pl. II).

Ce batardeau devant être établi sur le banc de vase qui

règne tout le long des digues de l'arrière-port, on a fait les premiers remblais en sable de l'estran, en versant, à marée haute, environ 2000 mètres cubes de sable, dont une grande partie est descendue dans la vase. On a ensuite remblayé avec les meilleures terres provenant des fouilles commencées derrière la digue de mer. Le remblai s'est fait en deux parties, séparées par une ouverture vers le milieu; cette ouverture, destinée à laisser évacuer, à marée basse, les eaux qui se trouvaient entre le batardeau et la digue, a été fermée en une seule marée basse. On a opéré ainsi afin de remblayer à sec et d'avoir peu d'eau à épuiser.

7. Pendant la construction et après l'achèvement du batardeau, plusieurs parties sont descendues dans le port, en s'enfonçant dans la vase et l'on a dû les recharger. On a aussi arrêté le mouvement de la vase en battant une file de pilots au pied du batardeau et enfonçant derrière eux, le plus profondément possible, des planches superposées en forme de bordage.

Pour résister au battement des flots et prévenir le délavement des terres, le talus vers le port a été formé en terre glaise sur au moins 0m50 d'épaisseur et défendu par un revêtement en fascinage de 0m20 d'épaisseur avec tunes espacées de 0m30 jusqu'à la hauteur des marées de vives-eaux; le reste du talus, supérieur à la haute mer, a été gazonné à plat, en gazons des schorres.

8. On a aussi construit, en amont de l'écluse, dans l'ancien bras de la crique de Nieuwendamme, un batardeau destiné à garantir les fouilles des eaux que l'on amène dans cette crique; une buse à clapet évacuait, à marée basse, les eaux d'épuisement.

ARTICLE PREMIER.

Fondation en charpente.

9. *But à atteindre.* — La plupart des écluses auxquelles on a dû faire de grandes réparations ou qu'on a été obligé de reconstruire entièrement, reposaient sur des fondations mal

conçues ou mal exécutées. Ainsi, quelques soins que l'on ait apportés à la construction du radier et des bajoyers d'une écluse, s'il se produit des filtrations sous la fondation, elles causeront inévitablement la ruine de l'édifice, dans un temps plus ou moins éloigné (1). Si les eaux ne peuvent passer sous la fondation, elles traversent quelquefois le radier et jaillissent de l'autre côté des portes d'ebbe et de flot; ces filtrations compromettent moins directement la stabilité de l'écluse, mais cependant il faut les éviter avec soin. Enfin, lorsque les eaux ne peuvent passer sous la fondation ni traverser le radier, il arrive que le radier tout entier est soulevé en forme de voûte, et ce soulèvement entraîne à de grandes réparations si l'on veut prévenir la ruine de l'écluse; on peut citer (2) plusieurs exemples de pareils soulèvements.

De ces faits, qui s'expliquent facilement, si l'on considère qu'il peut exister des chutes d'eau de 4 à 5 mètres contre les portes de flot, nous concluons que la fondation d'une écluse à la mer doit être conçue et exécutée de manière 1° à empêcher les filtrations sous la fondation, d'une tête vers l'autre; 2° à prévenir les filtrations à travers le radier; 3° à s'opposer au soulèvement du radier; 4° à empêcher le tassement des bajoyers.

10. *Système de fondation.* — La fondation en charpente de l'écluse du Comte comprend d'abord un pilotage général sous le radier, les bajoyers et les murs en retour. Sur les pilots reposent des traversines placées d'équerre sur l'axe de l'écluse et ces traversines sont reliées par des longrines de manière à rendre tous les pilots solidaires et empêcher les mouvements partiels. Les traversines sont recouvertes, entre les longrines, d'un plancher cloué, chevillé et calfaté dans toute son étendue. Au-dessus, on a placé des traversines supérieures ou lambourdes, passant sous le radier et entrant

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1842, 1er. sem.: Restauration de l'écluse du bassin de flot de Cherbourg.

(2) *Annales des ponts et chaussées*, 1838, 2e sem.: Réparation du radier en charpente de l'écluse du port de Fécamp.

d'un demi mètre sous les bajoyers. Une file de palplanches règne sur toute la largeur de l'écluse, sous chacun des buscs d'ebbe et de flot; vers chaque tête on a aussi battu deux files de palplanches entre lesquelles on a construit un coffre en maçonnerie. Enfin l'espace compris entre le plancher et le sol a été soigneusement remblayé en terre glaise (pl. IV, fig. 1.)

11. Les palplanches, les coffres en maçonnerie et le remblai en terre glaise font obstacle aux filtrations sous l'écluse. Le plancher calfaté à deux étoupes et la maçonnerie du radier, qui lui est ensuite superposée, s'opposent au passage de l'eau à travers ce radier. Les lambourdes empêchent le soulèvement ou la courbure du radier; car le plancher, serré entre les lambourdes et les traversines, ne pourrait se soulever sans faire plier, *à la fois*, ces traversines et ces lambourdes qui sont assemblées entre elles de manière à pouvoir considérer la flexion comme devant se produire sur les deux pièces à la fois, ce qui donne une grande solidité au système.

12. *Pilots de fondation.* — Le pilotage de fondation se compose de 76 files de pilots, espacées de un mètre de milieu en milieu dans le sens de la longueur de l'écluse, et de 2 files de pilots inclinés pour contrebuter les pilots des files extrêmes. Dans chaque file, l'espacement est de un mètre d'axe en axe pour les pilots qui se trouvent sous les bajoyers et les murs en retour et de 1^{m},375 pour ceux qui correspondent au radier. Le nombre total des pilots est de 1198.

13. Le battage des pilots d'essai a fait reconnaître que pour obtenir une résistance suffisante, on devrait porter la longueur des pilots à 9^{m},00; de plus, vers le port, où le sol renfermait une plus grande quantité de vase, on a employé des pilots de 10^{m},00 de longueur. La répartition des pilots de 10 mètres a été faite de manière à avoir une résistance moyenne à peu près uniforme dans toutes les parties de l'écluse.

Les pilots sont en sapin du pays; ils étaient livrés et battus

en grume, non écorcés et bien droits. Les dimensions moyennes de tous les pilots employés sont : 0m95 de circonférence à la tête et 0m52 à la pointe.

14. Les pilots ont été enfoncés au moyen de sonnettes à tiraudes dont le mouton pesait 500k et tombait de 1m25 à 1m50 de hauteur. La pointe des pilots était affûtée sur quatre faces et sur 0m15 à 0m20 de longueur; le bout, coupé carrément, avait 0m08 de côté.

Le relevé des carnets de pilotage a donné les résultats suivants :

Pilots de 9 mètres : en moyenne, l'enfoncement à la dernière volée est de 0m17 et le nombre des volées est de 27 1/2.

Pilots de 10 mètres : l'enfoncement à la dernière volée est, en moyenne, de 0m13 et le nombre des volées est de 29 1/2.

Le battage de chaque file de pilots s'est effectué en allant du centre vers les extrémités; on employait 3 et quelquefois 4 sonnettes.

15. Les pilots sous les bajoyers et les murs en retour ne sont destinés qu'à porter une charge déterminée; mais sous le radier, ils peuvent être soumis à des efforts de traction, de bas en haut. Pour résister à ces efforts, chacun d'eux porte 8 à 9 entailles, de 0m,12 de hauteur et 0m,04 de profondeur, également espacées sur toute sa longueur. Ce système a cependant l'inconvénient d'affaiblir les pilots et il serait peut-être préférable de remplacer les entailles par des *patins* convenablement fixés aux pilots et présentant en relief la forme renversée des entailles. Ces patins ne s'opposeraient pas à l'enfoncement des pilots.

16. L'emploi des pilots dans un terrain de sable imprégné de vase n'a pas seulement pour but de s'appuyer sur un fond plus résistant. Par l'effet du battage des pilots, le terrain s'épure, la vase remonte à la surface et la résistance du sol est augmentée. Ce fait nous a été démontré par la grande quantité de vase sortie des fouilles pendant le battage des pilots de l'écluse du Comte et par la différence de résistance

à l'enfoncement que présentaient les pilots battus isolément comme pilots d'essai, et les pilots faisant partie du système général de pilotage. C'est sans doute à cause de cette épuration du sol que l'on peut sans crainte élever des écluses de six à neuf mètres de hauteur de bajoyers sur des pilots s'enfonçant encore de 0m,10 à 0m.15 et plus à la dernière volée.

17. Les pilots inclinés, battus sous chaque tête pour contrebuter les pilots des files extrêmes, ont une inclinaison de 3 de base pour 4 de hauteur. Le battage de ces pilots s'est effectué avec facilité en fixant d'abord les sonnettes dans l'inclinaison voulue. On a trouvé préférable de battre les pilots inclinés avant les pilots verticaux contre lesquels ils s'appuient, car on pouvait de cette manière couper en biais la tête des pilots inclinés, comme l'indique la fig. 4 pl. IV, et obtenir une jonction parfaite.

Les pilots inclinés sont reliés aux pilots verticaux au moyen de boulons à clavettes de 0m,025 de grosseur.

18. Enfin, on a battu en dernier lieu 107 pilots espacés de 1m,00 en tous sens pour supporter la plate-forme du pont tournant. Cette plate-forme est établie un peu au-dessous du niveau des marées hautes, afin d'assurer la conservation du bois qui la compose.

19. *Pose des traversines.* — Les pilots de fondation sont coiffés de 76 cours de traversines en bois de sapin de Memel et de Riga. Les traversines ont 0m,27 à 0m,28 d'équarrissage et dépassènt de 0m.30 les pilots extrêmes de chaque file; leur face supérieure se trouve à 1m,15 sous les buscs.

Sous les murs de tête, les traversines sont de trois pièces; pour toutes les autres parties de l'écluse elles ne sont composées que de deux pièces; les joints ont été faits sur un pilot, et alternativement sous chaque bajoyer.

Les traversines n'étant pas soumises à des efforts de traction, il était inutile d'assembler les deux parties d'un même cours à trait de jupiter; on a adopté le joint plat, qui est le

plus simple et déforce le moins les pièces. L'assemblage a $0^m,60$ de longueur (pl. IV, fig. 5), $0^m,05$ de retour à la partie supérieure et $0^m,10$ à sa partie inférieure; il a été tracé de manière à laisser à la partie de la traversine qui passe sous le radier, le plus de force possible.

20. Les traversines sont fixées aux pilots par tenons et mortaises dont on a varié la forme de manière à résister aux forces auxquelles ces assemblages sont soumis. Sous les bajoyers, les traversines sont évidemment destinées à porter et ne sont jamais soumises qu'à des efforts s'exerçant verticalement de haut en bas; elles doivent donc reposer sur les pilots par de larges épaulements et il faut adopter de petits tenons. Sous le radier, il est nécessaire de rattacher les traversines aux pilots d'une manière très-fixe, afin d'en empêcher le soulèvement.

Partant de ces principes, on a admis (pl. IV, fig. 10) pour les traversines-alonges, qui ne passent que sous un bajoyer, des tenons droits et carrés de $0^m,08$ de côté et $0^m,12$ de hauteur.

Sous le radier, pour les grandes pièces de chaque cours de traversines, les tenons percent la traversine. Ils ont $0^m,08$ d'épaisseur, $0^m,27$ de hauteur, $0^m,16$ de largeur à la base et 0,19 au sommet, donnant ainsi une face inclinée; la mortaise correspondante a une largeur de $0^m,25$ à la face supérieure, et de $0^m,19$ à la face inférieure de la traversine, de manière à pouvoir enchâsser un coin de chêne, dur et sec, dans le vide que ne remplit pas le tenon. On emploie quelquefois, dans les constructions, des mortaises à faces inclinées recevant des tenons droits, au milieu desquels on enfonce un coin de bois dur. Ce système est vicieux, car les fibres du tenon sont fortement courbées et perdent une grande partie de leur force.

Sous les bajoyers, les petits tenons de la grande pièce ne pouvaient être droits comme ceux de la traversine-alonge. En effet, par suite de la face inclinée des grands tenons, les

grandes pièces de chaque cours de traversines sont animées, pendant la pose, d'un double mouvement vertical et transversal, pour que l'une des faces de la mortaise vienne s'appliquer contre la face inclinée du tenon. Les petits tenons devaient permettre ce mouvement : ils ont $0^m,08$ d'épaisseur et de hauteur, $0^m,08$ de largeur à la base et $0^m,07$ au sommet; la face inclinée est parallèle à la face correspondante des grands tenons.

21. La fig. 5, pl. IV, représente une coupe verticale, prise suivant l'axe d'une traversine située sous le sas. Pour la traversine qui précède ou qui suit, les assemblages sont symétriquement inverses : l'alonge à droite et les tenons inclinés dans l'autre sens. Pour les traversines contre lesquelles on devait battre les palplanches, tous les tenons sont à clef, excepté sous le joint, afin d'empêcher le déversement pendant le battage.

Enfin, pour prévenir le soulèvement des traversines-alonges, pendant l'exécution du remblai en terre glaise, on les a fixées aux pilots par deux broches barbelées de $0^m,50$ de longueur et $0^m,015$ de diamètre.

22. Les traversines doivent reposer complètement sur les épaulements des pilots, ce qui arrive assez rarement après la pose; mais on obtient cette jonction parfaite en passant plusieurs fois la scie entre la traversine et les épaulements trop élevés et damant ensuite la pièce à fond.

23. *Battage des palplanches.* — Huit files de palplanches battues contre les traversines, en travers de l'écluse, font obstacle aux filtrations qui tendraient à se produire sous le radier.

Les palplanches taillées à rainures et languettes triangulaires ont $0^m,10$ d'épaisseur, $3^m,50$ de longueur et une largeur variable de 0,25 à $0^m,35$; elles sont en bois de hêtre.

24. Dans un terrain de sable, exempt de corps durs étrangers, comme celui sur lequel est fondée l'écluse du Comte, il est possible de battre les palplanches de manière à obtenir

un tout complètement étanche. Pour arriver à ces bons résultats, le battage doit se faire avec beaucoup de soins, en suivant certains principes indiqués par l'expérience :

1°. Les pilots placés sous les traversines, contre lesquelles s'appuient les palplanches, doivent être droits et battus verticalement; sans cette précaution, les palplanches dévient de leur direction et souvent les rainures éclatent. D'après le cahier des charges, et dans le même but, ces pilots devaient être convenablement dressés sur une face; mais on a dû, après plusieurs essais, renoncer à ce moyen, car les pilots, en s'enfonçant, sont souvent animés d'un petit mouvement de rotation, et il est presqu'imposible de maintenir la face dressée dans la position voulue.

Il est bon de choisir les traversines les plus larges et de les faire dépasser l'alignement des pilots du côté des palplanches.

2°. Les palplanches doivent être très-droites, exactement de même largeur aux deux bouts et s'emboiter parfaitement l'une dans l'autre. Cette dernière condition est importante; pour y satisfaire, il ne suffit pas de voir si elles sont taillées d'après le moule donné, ni même de les présenter l'une à l'autre; mais, les plaçant de champ, il faut les faire glisser l'une dans l'autre de toute leur longueur et voir si, dans toutes les positions, le contact est intime. Les rainures et languettes doivent être achevées au rabot.

On a soin de numéroter les palplanches, afin de les battre dans le même ordre. Il est bon aussi de n'ajuster que très-peu de palplanches à la fois, car, faites ordinairement avec un bois vert, elles se courbent facilement.

3°. L'affûtement d'une palplanche a une grande influence sur la manière dont elle se comporte pendant le battage : soit une palplanche affûtée de la manière indiquée à la fig. 7, pl. IV; il est évident que l'inclinaison de la face (*ab*) forcera la pointe à marcher de (*b*) vers (*c*) et à se serrer contre les palplanches déjà battues, si elles sont situées de ce côté.

L'inclinaison des grandes faces produit des effets analogues.

On trouve facilement, par quelques essais, l'inclinaison à donner à la face (*ab*); elle varie, du reste, avec le terrain, et doit être d'autant plus faible que la résistance du terrain est plus grande.

Quand une palplanche est enfoncée de $1^m,00$ à $1^m,50$, il est quelquefois impossible de la maintenir dans une position verticale; on l'arrache, et on modifie la pointe d'après ce que nous venons de dire.

Ainsi, contre les pilots, il a fallu souvent reporter l'inclinaison des grandes faces d'un même côté, pour que la pointe, ayant la forme d'un ciseau de menuisier, ne s'écartât pas du pilot, par la résistance du sable.

La fig. 7, pl. IV, indique l'affûtement qui a été suivi dans les cas ordinaires; la languette seule est coupée obliquement et le côté de la rainure devient naturellement un peu incliné en taillant les grandes faces.

4°. Les palplanches doivent être battues la languette en avant. De cette manière, la rainure de la palplanche qu'on enfonce écarte facilement le sable qui entoure la languette de la palplanche battue, et la jonction peut être parfaite. Dans le système inverse, le sable ne peut être chassé de la rainure de la palplanche battue, et il reste des joints ouverts de $0^m,02$ à $0^m,03$.

5°. On peut battre chaque palplanche à fond, avant que d'en mettre une autre en fiche; mais on n'arrive pas ainsi à de bons résultats. Vers la fin, les palplanches s'enfoncent très-difficilement [1], et si elles ont une tendance à s'écarter de leur direction, il est impossible de s'y opposer. Il paraît préférable de mettre en fiche toute une file de palplanches, quelle que soit sa longueur, en ne les enfonçant que d'un mètre environ; cette mise en fiche se fait facilement, les

[1] Les palplanches, battues avec une sonnette à tiraudes, dont le mouton pesait 250^k, exigèrent jusqu'à 35 et 40 volées pour l'enfoncement du dernier mètre de longueur.

palplanches sont aussi jointives qu'on peut le désirer, et l'on arrache sans difficulté celles qui ne se battent pas bien. On recommence ensuite le battage en enfonçant toute la file d'un demi mètre, et ainsi de suite; on peut employer plusieurs sonnettes pour une même file de palplanches. Cette méthode offre l'avantage de maintenir serrées toutes les palplanches l'une contre l'autre, et de rendre leur écartement presqu'impossible.

6° Lorsque quelques palplanches d'une file ne sont pas complètement contre la traversine, on peut les fixer au moyen de broches barbelées ou même de boulons. A l'écluse du Comte, on a employé, à cet effet, environ $0^{k},75$ de fer par mètre courant de palplanches, en broches barbelées de $0^{m},30$ à $0^{m},45$ de longueur et de $0^{m},012$ de diamètre.

25. Indépendamment des huit files de palplanches sous la ondation, on a battu, dans le prolongement des quatre files intermédiaires, des palplanches de garde dont la tête est restée à un mètre au-dessus du radier. Ces ailes, destinées à être encastrées de $0^{m},10$ dans la maçonnerie, servent à rompre la continuité des bajoyers contre les remblais et à empêcher que l'écluse soit tournée par les filtrations.

Les palplanches de garde, formant des ailes de $1^{m},50$ de longueur, sont maintenues vers le haut par deux liernes en bois de chêne convenablement boulonnées.

26. *Ajustement des longrines.* — Les longrines, qui relient entre elles toutes les traversines, sont placées à plat, d'équerre sur ces traversines, au-dessus des files longitudinales des pilots de fondation; elles sont en chêne du pays, d'un équarrissage de $^{30}/_{25}$ et d'une longueur minima de $7^{m},00$.

Au droit de chaque traversine, les longrines sont entaillées de $0^{m}03$ et la traversine a une pareille entaille de $0^{m},02$. Quoique les traversines aient $0^{m},28$ de largeur, la longueur de l'entaille n'est que de $0^{m},22$, afin que l'assemblage soit à vives arêtes.

Pour que les pilots inclinés aient la plus grande surface de

contact possible avec les traversines extrêmes, on a reporté, en ces points, toute l'entaille dans les longrines, en lui donnant $0^m,05$ de profondeur; ces pilots entrent dans les longrines par un tenon incliné de $0^m,08$ d'épaisseur et de $0^m,11$ de hauteur.

Les palplanches, sciées à $0^m,03$ au-dessus du plan des traversines, entrent dans les longrines de $0^m,08$ (pl. IV, fig. 8).

27. Les différentes pièces d'un même cours de longrines sont assemblées l'une à l'autre par un trait de Jupiter vertical, renforcé par quatre chevilles horizontales de 0,03 de grosseur (fig. 9). Le trait de Jupiter vertical permet d'assembler les deux pièces à la même traversine et le déforcement est beaucoup moindre qu'avec un assemblage horizontal qui nécessiterait l'entaille de $0^m,03$ dans une seule pièce.

Les joints des longrines ont été distribués de manière à ne pas se trouver au-dessus des joints des traversines et à avoir entre eux une liaison de trois à quatre traversines, afin d'offrir partout une égale résistance à la traction.

28. *Ajustement du plancher.* — Le plancher de fondation se compose de madriers de sapin de Memel et de Riga de $0^m,10$ d'épaisseur, de $0^m,25$ à $0^m,30$ de largeur régulière et d'au moins $8^m,00$ de longueur; ils sont placés sur les traversines (pl. IV, fig. 3), entre les cours de longrines.

Les joints longitudinaux et d'about sont droits et ces derniers placés en liaison de trois à quatre traversines afin de répartir la résistance d'une manière uniforme.

Comme le plancher est calfaté lors de sa pose définitive, les joints doivent être bien pleins et sans flâches sur toute l'épaisseur de $0^m,10$; de plus, les madriers doivent être serrés fortement les uns contre les autres, entre les longrines. Les palplanches entrent dans le plancher de $0^m,03$ de profondeur.

29. *Remblai en terre glaise.* — Après avoir numéroté et mis en tas les longrines et le plancher, afin de rendre libre

la surface de fondation, on a commencé le remblai en terre glaise entre et sous les traversines. Ce remblai demande beauboup de soins, car il doit être aussi imperméable que le sol naturel et s'opposer aux filtrations de la même manière [1].

La terre glaise destinée à être employée en remblai doit être très sèche et de première qualité; cette terre gonflant ensuite par l'humidité, après la pose des longrines et du plancher, contribue à rendre le tout plus étanche. Pour être bon et conduire aux résultats qu'on en attend, ce remblai doit se faire par un temps sec et sans pluie [2].

30. Afin d'empêcher les eaux d'épuisement de prendre leur cours sous la fondation, on a d'abord pratiqué autour de l'écluse, au pied des talus de la fouille, des rigoles aboutissant aux puisards; puis on a enlevé à vif fond, au moyen de râteaux et à mesure de l'avancement des remblais, les copeaux, la vase et tout le terrain remué par le battage.

Le remblai a été effectué par parties, en remblayant à la fois deux cases transversales comprises entre trois traversines. Ce système a l'avantage de composer le remblai total d'une suite de batardeaux placés en travers de l'écluse; en remblayant, au contraire, par bandes longitudinales, la réunion des diverses parties peut ne pas être parfaite et permettre le passage des eaux.

On a remblayé par couches très-minces de 0^m03 à 0^m04 d'épaisseur; la terre, après avoir été bien divisée, était damée jusqu'à ce que la surface fût dure et unie.

(1) Si la couche supérieure du sol ne présentait pas assez de consistance, il serait nécessaire de déblayer jusqu'à un terrain plus compact, avant que de commencer le remblai en terre glaise. Nous avons déjà dit que la chute des anciennes écluses de Slykens avait été causée par des filtrations qui s'étaient produites sous la fondation, à travers une couche de tourbe qui avait été conservée.

(2) Ce travail ne doit pas être entrepris trop tard, car il faut nécessairement pouvoir, dans la même campagne, placer le plancher et les lambourdes et élever la maçonnerie au moins à un mètre de hauteur. Si le plancher restait trop longtemps à découvert, le gonflement de la terre glaise en causerait le soulèvement et l'on aurait à craindre, par la suite, des tassements qui pourraient fissurer la maçonnerie.

Pour remblayer sous les traversines, les ouvriers poussaient d'abord la terre à la main; puis, se distribuant par couples, ils la comprimaient fortement au moyen d'instruments semblables à ceux employés au chemin de fer pour damer le sable sous les billes.

Ce travail exige un grand nombre d'ouvriers pour couper la terre et damer entre et sous les traversines; il demande une grande surveillance et ne peut être fait avec trop de soins [1].

Quoique ces détails puissent paraître minutieux, nous ne pouvons cependant trop insister sur ce point, car c'est la partie principale de la fondation d'une écluse. Le remblai sous la fondation doit être bien fait du premier coup et n'admet pas de réparations.

31. Le béton a été souvent employé pour la fondation des écluses et il pourrait remplacer la terre glaise dans le cas dont nous nous occupons; cependant il est douteux qu'on puisse, avec le béton, obtenir un massif plus étanche. Le remblai en terre glaise coûte, du reste, beaucoup moins qu'un massif en béton.

32. *Coffres en maçonnerie.* — Les coffres en maçonnerie ont été faits en même temps que le remblai en terre glaise; ils ont 1 mètre d'épaisseur et occupent tout l'espace compris entre les deux files de palplanches battues sous chaque tête.

Après avoir déblayé à la profondeur voulue, on a équarri à la hache les pilots supportant la traversine comprise entre les deux files de palplanches de chaque système, afin de faciliter la liaison de la maçonnerie avec ces pilots; de plus, on les a entourés, à mi-hauteur, de patins en bois destinés à interrompre la continuité des surfaces de joint.

[1] La résistance que le sol et le remblai de fondation opposent aux filtrations dépend de la longueur de l'écluse, ou du moins, il y a d'autant plus de chances de succès que l'écluse a une plus grande longueur. Ainsi, pour une chute donnée, il existe, sous le rapport de la longueur de l'écluse, une limite inférieure qu'il ne serait pas prudent de dépasser. Ceci s'applique surtout aux écluses de chasse, car les écluses à sas ont toujours une longueur suffisante.

La maçonnerie a été commencée au milieu, sur toute sa largeur et en allant vers les deux extrémités de chaque coffre; on l'a élevée d'un seul coup à toute sa hauteur, afin d'empêcher le délavement du mortier par les eaux du fond. On asséchait le terrain par un épuisement continu et en répandant sur le sol une couche de chaux de 0^{m}05, à mesure de l'avancement des travaux.

33. *Pose des longrines et du plancher*. — Après la construction des coffres en maçonnerie et à mesure de l'avancement du remblai en terre glaise, on a posé définitivement les longrines et le plancher.

Les longrines sont fixées à chaque traversine par une cheville en bois de chêne et un boulon barbelé de 2$^{1}/_{2}$ centimètres de grosseur et 0^{m}40 de longueur; la cheville, ou gournable, a une forme octogonale de 3 centimètres de grosseur et 0^{m}30 de longueur. Avant d'introduire la cheville, on l'enduisait de goudron végétal, après avoir enfoncé dans la pointe un coin en bois de chêne; après la pose, on enfonçait aussi dans la tête un pareil coin.

A chaque joint des longrines, le gournable est remplacé par un boulon barbelé semblable à ceux dont nous venons de parler.

34. Il est nécessaire d'empêcher que les eaux puissent passer entre le remblai et les longrines ou le plancher. A cet effet, les palplanches ont été sciées à 0^{m}03 au dessus du plan des traversines et cette partie saillante est encastrée dans les longrines et le plancher; pour obtenir une jonction parfaite, on avait soin, avant la pose, de garnir la partie saillante des palplanches de plusieurs doubles de papier gris imbibé de goudron. De plus, sur le remblai qui affleurait les traversines, on étendait un enduit de terre glaise battue en forme de mortier, en saillie de 2 à 3 centimètres vers le milieu de chaque case, et l'on faisait descendre à coups de masse les longrines et le plancher. Sur la maçonnerie des coffres, le mortier hydraulique remplaçait la terre glaise battue.

35. Les madriers du plancher sont fixés à chaque traversine par un gournable et deux clous de 0^m18 de longueur, pesant les cinq un kilogramme; les gournables ont 0^m22 de longueur. Pour rompre la continuité des joints longitudinaux du plancher, ils étaient pourvus alternativement d'un gournable ayant aussi 0^m22 de longueur (pl. IV, fig. 3).

36. Pour que le coin dont on garnit la pointe des gournables fasse son effet, il est nécessaire que le gournable soit enchâssé à fond; mais à cause de la grande quantité de chevilles employées dans une fondation de 1200 mètres carrés de surface, il est difficile de s'assurer que cette condition est toujours satisfaite. Le contrôle le plus certain est d'exiger que tous les gournables employés au même travail aient exactement la même longueur, 0^m30 par exemple, lorsqu'ils doivent être enchâssés de 0^m22; la partie saillante indique de suite si un trou n'a pas été foré assez profondément ou si le gournable n'est pas enchâssé à fond. Le charpentier découpe ordinairement de cette partie saillante le coin supérieur.

37. Les joints longitudinaux et transversaux du plancher et des longrines ont été calfatés à deux étoupes et les coutures brayées à chaud. Les joints étaient, avant le calfatage, ouverts au clameau.

Le clameau est une espèce de hache dont le tranchant est semblable au ciseau des calfateurs; le manche, en fer, ne fait pas corps avec l'instrument. On s'en sert en posant le tranchant sur le joint et frappant sur la tête un ou deux coups d'un maillet cerclé de fer. Deux ouvriers sont nécessaires pour cette opération.

38. *Pose des lambourdes.* — Les lambourdes sont en bois de chêne du pays, de 0^m25 de largeur sur 0^m35 de hauteur; leur longueur a été déterminée de manière à passer de 0^m50 sous les bajoyers. Elles sont posées au-dessus des traversines et sont nécessairement d'une seule pièce (pl. IV, fig. 2).

Les lambourdes doivent être reliées aux traversines d'une manière très-fixe, afin que la résistance à la flexion s'ap-

proche de celle qu'offrirait une pièce ayant pour hauteur les hauteurs réunies d'une lambourde et d'une traversine; de plus, les lambourdes doivent s'appliquer parfaitement sur le plancher, tant pour rompre la continuité de la surface de jonction du plancher avec le radier, que pour empêcher les soulèvements, même partiels, des madriers du plancher; un mouvement des madriers, quoique très-petit, briserait le calfatage et il pourrait en résulter des filtrations à travers le radier.

39. Les lambourdes sont fixées aux traversines par quatre boulons barbelés de 0^m03 de grosseur et de 0^m60 de longueur et par deux clameaux en bois de chêne (pl. IV, fig. 6).

Le clameau est un assemblage ayant la forme d'une double louve. Avec ce système de réunion à double queue d'hirondelle, il est évident que la lambourde ne peut se séparer de la traversine, à moins que les flancs des mortaises ne soient complétement déformés par la compression; l'effet de cet assemblage est beaucoup plus efficace que celui des boulons barbelés.

Les clameaux ont 0^m08 d'épaisseur; les autres dimensions sont indiquées à la fig. 6, pl. IV. La largeur de la clef doit être telle que la partie (A) étant en place, on puisse faire passer l'extrémité inférieure de (B) par la plus petite section de la partie libre de la mortaise. Les arrêts (*a*, *b*) empêchent le clameau de descendre trop bas et permettent de le faire descendre à fond.

40. Les mortaises, dans les traversines, peuvent se faire avant la pose ou lorsqu'elles sont en place; la seconde méthode offre un peu plus de difficultés pour percer les mortaises, mais il est plus facile de les percer toutes dans le même alignement.

En posant le plancher, il est nécessaire de choisir les madriers de manière qu'il y ait un joint longitudinal tombant au milieu de tous les clameaux, afin que les mortaises soient entaillées par moitié dans chaque madrier. Les mortaises à

travers le plancher se font à mesure de la pose des lambourdes, afin d'empêcher les eaux du fond de remonter sur le plancher.

41. Les longrines, dépassant de 0m05 le niveau du plancher, sont entaillées de cette surépaisseur pour la pose des lambourdes ; cependant, au droit des palplanches, comme le déforcement inférieur des longrines est plus grand que partout ailleurs, l'entaille supérieure est reportée dans les lambourdes.

La face inférieure des lambourdes est découpée de manière à s'appliquer parfaitement sur le plancher. Le charpentier arrive assez facilement à cette précision d'exécution par le moyen suivant : plaçant la pièce sur le plancher, dans la position qu'elle doit occuper, et avec une ouverture de compas égale à la plus grande distance qu'il y a de la lambourde au plancher, il trace avec l'une des pointes du compas un trait sur les deux faces verticales, en faisant glisser l'autre pointe sur le plancher. Il décrit ainsi les deux directrices d'une surface semblable à celle du plancher.

Après avoir abattu le bois en dehors des traits, il enduit le plancher de goudron, pose la lambourde et après l'avoir damée sur toute sa longueur, il la relève une seconde fois ; toutes les parties de la lambourde qui portent l'empreinte du goudron sont trop saillantes et doivent être repassées par l'ouvrier. Après deux ou trois opérations semblables, la lambourde s'applique d'une manière parfaite.

42. Avant de poser les lambourdes, on avait soin d'enduire de goudron le plancher et la face inférieure des pièces ; de plus, on posait sur le plancher deux ou trois doubles de papier gris imbibé de goudron.

Les clameaux étaient aussi enduits de goudron.

Les joints des lambourdes avec le plancher ne peuvent pas être calfatés, car ces pièces se soulèveraient par la force du calfatage, et il en résulterait des tassements pendant la construction des bajoyers.

ARTICLE II.

Maçonnerie du radier et des bajoyers.

MAÇONNERIE DU RADIER.

43. *Système et dimensions.* — Le radier se compose d'un massif en maçonnerie de briques reposant sur le plancher de fondation et d'un dallage en pierres de taille, au-dessus duquel les buscs sont en saillie de 0m25. L'épaisseur totale est de 0m80, depuis le plancher jusqu'au niveau supérieur du dallage.

Le dallage est terminé vers chaque tête par une plate-bande en pierres de Maffles de 10 mètres de longueur, 1m25 de largeur et 0m30 d'épaisseur ; les pierres ont 2 mètres de longueur et sont réunies à joints brisés de 0m07 de saillie.

Les dalles composant le radier, entre les buscs et les plates-bandes, sont en pierres de Tournay. Elles forment des bandes transversales d'une largeur régulière de 0m25 pour les pierres en lit de carrière et d'une largeur variable, de 0m40 à 0m60, pour les pierres en délit. Les dalles n'ont pas moins de 0m40 de longueur ; elles passent de 0m10 à 0m20 sous les bajoyers. Les bandes transversales ont alternativement 0m23 et 0m32 d'épaisseur.

44. *Buscs.* — Les buscs sont en pierres de Maffles. Chaque busc est composé de deux pièces de 1m50 de longueur sur 1m50 de largeur moyenne et 0m60 d'épaisseur formant coussinet, et dans lesquelles sont scellées les crapaudines femelles des portes, et de sept claveaux dont les joints convergent vers un centre situé sur l'axe de l'écluse, à 12 mètres de la droite qui mesure la distance des chardonnets (pl. II, fig. 2).

Les claveaux et coussinets forment à la fois partie du busc et du radier. Les claveaux ont 0m50 d'épaisseur au droit du busc et 0m25 au devant, pour racheter la hauteur du heurtoir.

La saillie de l'angle des buscs est de 1^m33 ou le $^1/_6$ de la largeur de l'écluse entre les bajoyers.

45. *Coussinets.* — Les coussinets des buscs supportent les chardonnets et sont taillés suivant le même profil dans la partie qui reçoit la porte.

La figure 7, pl. VI, indique le tracé des chardonnets et coussinets : le centre de la crapaudine correspond au centre du poteau-tourillon ; la partie arrondie du coussinet est composée d'un arc de cercle d'un rayon égal à celui du poteau-tourillon (0^m20), mais dont le centre est 0^m01 en arrière, sur une droite parallèle à la direction du busc et passant par le centre de ce poteau-tourillon. La porte étant fermée ne s'appuie sur les chardonnets que suivant un élément droit de 0^m08 de largeur.

46. Ce tracé diffère de celui adopté par plusieurs auteurs. Souvent, la crapaudine est placée excentriquement par rapport au poteau-tourillon, afin d'avoir une grande surface de contact quand la porte est fermée et de dégager complétement la porte du chardonnet, quand elle commence à s'ouvrir. A l'écluse du Comte, la surface de contact est très-petite et théoriquement, quand la porte est en mouvement, elle devrait constamment toucher le chardonnet suivant une ligne droite. Ce tracé conduit cependant, en pratique, à de très-bons résultats : en donnant à la crapaudine mâle un peu de jeu dans la crapaudine femelle, la porte par son poids se sépare, en s'ouvrant, du chardonnet, mouvement auquel se prête un jeu très-petit dans le collier. Ce jeu dans le collier ne peut, du reste, pas être évité, quel que soit le système adopté et quelques soins que l'on apporte dans l'exécution.

47. Lorsque la crapaudine est placée excentriquement, le poteau-tourillon doit être trop déforcé pour recevoir le collier, si, comme à l'écluse du Comte, on s'impose la condition de maintenir les colliers dans le parement des bajoyers, afin de laisser à l'écluse sa largeur entière, dans toutes ses parties. Ces portes ont aussi avec le chardonnet une surface

de contact beaucoup plus grande quand elles sont fermées, mais l'expérience paraît démontrer que l'on arrive ainsi à des résultats opposés à ceux que l'on veut obtenir. Il est plus facile d'appliquer exactement l'une contre l'autre deux surfaces étroites que deux surfaces très-larges, et ce qui le prouve, c'est que le joint des poteaux busqués est plus étanche lorsque ces poteaux sont fortement chanfreinés que lorsque le contact a lieu sur presque toute leur épaisseur.

48. *Mode de construction.* — La maçonnerie en briques du radier a été élevée d'une seule fois à la hauteur nécessaire pour la pose des pierres de taille ; puis on a commencé la pose des deux plates-bandes des extrémités et des deux systèmes de buscs ; le dallage intermédiaire a été exécuté en dernier lieu.

Chaque pierre était posée sur cales à la hauteur voulue, et l'intervalle compris entre la pierre et le massif de briques, rempli ensuite par un béton fortement comprimé et composé de parties égales de mortier et de briques pilées ; le pourtour était calé avec des recoupes de pierres de taille, afin d'empêcher les tassements.

Quant aux joints verticaux, on appliquait sur les pierres une couche de mortier avant la pose ; on les fichait ensuite, et puis on coulait un mortier liquide pour remplir tous les interstices et l'on jointoyait la surface.

La pose des buscs et des pierres environnantes doit être faite avec beaucoup de soins, car c'est à travers les buscs que les filtrations tendent à se produire avec le plus de force ; de plus, comme les coussinets portent toute la hauteur des chardonnets, ils doivent être calés soigneusement avec des recoupes de pierres, de manière à éviter les tassements.

MAÇONNERIE DES BAJOYERS.

49. *Système et dimensions.* — Le parement vu des bajoyers et des murs en retour est élevé d'aplomb. La face du

côté des terres a été montée d'aplomb jusqu'à un mètre au-dessus du radier, et puis en plan incliné, de manière à obtenir, à la hauteur des tablettes, les épaisseurs voulues.

Toutefois, on a élevé d'aplomb vers les terres : 1° le bajoyer gauche sur toute la longueur de la plate-forme du pont tournant, jusqu'au niveau de cette plate-forme, et la partie comprise entre le pont et l'enclave des portes de flot d'amont pour servir dc contrefort à l'établissement du chemin couvert ; 2° le bajoyer droit sur une longueur de 3 mètres de part et d'autre de l'axe du pont et un contrefort correspondant à celui du bajoyer gauche, pour le chemin couvert.

Les enclaves ont 0^m40 de profondeur, plus un refouillement de 0^m07 pour la saillie des ventelles et des ferrures appliquées sur les portes.

Les coulisses ont 0^m28 de largeur sur 0^m25 de profondeur.

Les murs en retour sont raccordés avec les bajoyers par des musoirs circulaires d'un mètre de rayon (pl. III).

50. *Appareil des pierres.* — Les parements vus des bajoyers sont construits partie en briques et partie en pierres de taille. Les murs en retour d'aval sont complétement en pierres de taille jusqu'à un mètre de profondeur dans les talus ; les murs en retour d'amont ne comprennent qu'une bande de quatre assises en pierres de taille, faisant suite à celle du parement des bajoyers et correspondant à l'étiage ordinaire des eaux du canal.

Les chardonnets, les pierres d'angle et de musoir et les tablettes sont en pierres de Maffles ; les pierres de parement viennent des carrières de Tournay.

Les chardonnets se composent de quatre blocs de 0^m70 de largeur et de 0^m80 de queue.

Les parements en pierres de Tournay sont formés de boutisses et de panneresses. Les boutisses ont 0^m40 de largeur à la face et 0^m60 de queue ; les panneresses ont 0^m80 de longueur et 0^m40 de queue.

Des trous circulaires et cylindriques de 0^m10 de diamètre

55. *Matériaux employés.* — Les parements vus des maçonneries, les pieds droits, la voûte et le radier des aqueducs, ainsi que l'intérieur des cheminées sont construits en briques de Furnes sur 2 à 2 ½ briques d'épaisseur, à l'exception des pierres de taille dont nous avons déjà parlé. Le reste des maçonneries est construit en briques provenant des environs des canaux d'Ostende et de Nieuport. Les briques de Furnes sont mieux formées que ces dernières et conviennent particulièrement pour les parements.

56. Les mortiers employés sont de deux espèces : le mortier de trass fort, composé de 3 parties de chaux et de 2 parties de trass; le mortier de trass batardé, formé de 10 parties de chaux, 4 de trass et 3 de sable.

Les coffres, le radier et les bajoyers jusqu'au niveau du radier sont entièrement maçonnés en mortier de trass fort. Les parements vus des bajoyers et des murs en retour le sont aussi jusqu'à $4^m,40$ au-dessus du radier (niveau des marées hautes) sur $0^m,50$ d'épaisseur; il en est de même de l'intérieur des acqueducs et cheminées.

Dans les parties des bajoyers revêtues en pierres de taille, la maçonnerie de contrepose est également faite, sur 2 à 2 ½ briques d'épaisseur en mortier de trass fort.

Pour toute autre maçonnerie on s'est servi de mortier de trass batardé.

57. La chaux employée pour la fabrication des mortiers provenait des environs de Tournay, le trass des carrières d'Andernach et le sable des plaines de Lombartzide et Westende.

Le trass a été moulu en présence de MM. les élèves ingénieurs envoyés en mission à Nieuport et détachés successivement à Gand pour cette surveillance; il était ensuite expédié dans des bateaux fermés et plombés.

Pendant la construction des maçonneries, on a fait un grand nombre d'essais pour s'assurer de la résistance à l'arrachement des mortiers employés. Ces essais consistaient simple-

ment à déterminer le poids nécessaire pour détacher deux briques maçonnées ensemble et exposées pendant 8 ou 12 jours à l'air ou à l'eau.

En écartant les résultats extrêmes et les essais qui n'ont pas réussi, le poids moyen causant la rupture, était de 140 à 180 kil. pour le trass fort, et de 90 à 140 kil. pour le trass batardé, suivant que les briques maçonnées depuis 12 jours, étaient restées dans l'eau ou à l'air. La surface de contact de deux briques de Furnes est d'environ 200 centimètres carrés.

Ces essais, faciles à faire et à peu de frais, conduisent à des résultats positifs et donnent une idée nette du plus ou moins de confiance que l'on doit avoir dans le mortier qu'on emploie.

ARTICLE III.

Parties mobiles de l'écluse.

PORTES DE FLOT.

58. *Description d'un ventail.* — Chaque ventail est composé d'un poteau tourillon et d'un poteau busqué, d'une entretoise inférieure, d'une entretoise supérieure et de quatre traverses intermédiaires; le chassis formé par ces pièces est maintenu dans ses dimensions par un bracon posé en décharge du poteau tourillon sur l'entretoise supérieure.

Un potelet, assemblé avec les trois entretoises inférieures, forme avec la partie correspondante du poteau busqué le guichet d'une ventelle.

La porte est garnie, du côté de la mer, d'un bordage en madriers, tinglé à l'intérieur sur tous les joints.

Les dimensions des différentes parties d'un ventail sont suffisamment indiquées (pl. V, fig. 1). Tous les bois sont d'essence de chêne du pays.

59. *Assemblages.* — Les assemblages des poteaux busqué et tourillon avec les entretoises et le bracon, doivent être faits de manière à empêcher la porte de se déformer par son

poids et à lui donner une résistance suffisante contre la poussée de l'eau.

Les joints des entretoises supérieure et inférieure avec les poteaux busqué et tourillon, et du bracon avec les mêmes pièces sont faits à embrevements (Pl. V, et Pl. VI, fig. 1 et 2) de manière à s'opposer à la déformation de la porte.

Quant à la poussée de l'eau, on voit que les entretoises, assemblées toutes à doubles tenons, ne présentent pas leurs épaulements d'équerre sur le bordage, mais suivant une ligne inclinée, de manière à reporter la pression, non seulement sur l'épaisseur des tenons, mais encore sur les poteaux eux-mêmes. La coupe suivant (RS) indique clairement cette disposition qui donne une grande solidité aux entretoises. L'expérience prouve que les portes d'écluse résistent beaucoup moins longtemps et que même les entretoises sont exposées à se rompre par leurs tenons, lorsque ceux-ci sont simplement encastrés dans les poteaux busqué et tourillon, sans s'appuyer contre eux.

60. Les madriers du bordage sont tous d'une seule longueur; ils arrasent les pièces du chassis dans lesquelles sont pratiquées à cet effet des feuillures de $0^m,07$ de largeur sur $0^m,05$ de profondeur.

Les ventelles sont formées d'une double épaisseur de madriers superposés en sens contraire (Pl. V, fig. 3), cloués et chevillés; on a soin d'interposer entre ces madriers, préalablement goudronnés sur toutes leurs faces, plusieurs doubles de papier gris imbibé de goudron.

61. *Ferrures.* — Les ferrures appliquées sur chacun des ventaux des portes de flot consistent (Pl. V) en :

3 étriers, 4 équerres et 2 T en fer méplat de $^{1}/_{8}$ de grosseur, pour relier les poteaux busqué et tourillon aux entretoises. Le poteau busqué est quelquefois relié aux entretoises par des étriers qui l'embrassent entièrement, mais ce système est vicieux; car lorsque les portes sont fermées, les étriers empêchent le contact des autres parties, s'ils ne sont pas suffi-

samment encastrés, ou laissent passer l'eau, s'ils sont trop entaillés dans le bois; leur ajustement présente de grandes difficultés, à cause qu'il faut presque toujours retoucher au chanfrein des poteaux busqués après la mise en place des portes;

2 frettes au bas des poteaux busqué et tourillon, de 0m,05 sur 0m,015;

2 coulisses à oreilles pour retenir la ventelle dans les battées pratiquées dans le potelet et le poteau busqué;

1 fourchette (Pl. V, fig. 3) pour la ventelle; la tige et la lame dentée du cric, d'une longueur ensemble de 6 mètres et 3 lacets destinés à guider la tige et à lui donner de la raideur;

1 étrier avec piton pour attacher la barre traînante, comme l'indique la figure 4, pl. VI;

1 garde-corps composé de 4 montants, d'une lisse et d'une sous-lisse. Les montants sont fixés par 4 œuillets cloués sur le pont de service.

62. *Crapaudines.* — Les crapaudines des portes sont en cuivre allié de $^1/_{10}$ d'étain (pl. III, fig 2); la crapaudine mâle pèse 27 kil., et la crapaudine femelle 31 kil.

La crapaudine femelle doit avoir peu de hauteur afin de ne pas trop déforcer la pierre du coussinet dans laquelle elle est encastrée au niveau du radier; le poteau tourillon résiste aussi d'autant mieux que l'intervalle de l'entretoise inférieure au point de contact des deux crapaudines est plus petit.

Les crapaudines femelles ont été scellées en plomb dans les coussinets, après la construction du radier, mais on a eu soin de refouiller les coussinets avant leur pose, afin d'éviter tout ébranlement dans la maçonnerie.

63. *Colliers et tirants.* — Les colliers des portes sont en fer forgé; ils ont 0m,15 de hauteur et 0m035 d'épaisseur à l'endroit le plus faible (Pl. V, fig. 5). Chaque collier est terminé par 2 charnières femelles espacées de 0m05, pour recevoir la charnière mâle, formée à l'extrémité des tirants ancrés dans

les bajoyers. Les colliers y sont réunis au moyen de deux boutons en acier de $0^{m},04$ de diamètre.

Les tirants (pl. II, fig. 2) portent chacun deux boucles dans lesquelles passe une clef de 1 mètre de longueur et de $^1/_7$ de grosseur. Les clefs sont retenues par de forts moellons de Tournay, maçonnés dans l'épaisseur des bajoyers.

Pour diminuer le frottement du collier contre le poteau tourillon, et empêcher l'usure de ce dernier, on a encastré sous le collier trois plaques en fer forgé; elles présentent une surface un peu plus arrondie que l'intérieur du collier, ce qui leur donne plus de fixité.

64. *Pose d'un ventail.* — Les portes de flot ont été construites sur la plate-forme, située entre l'écluse et le batardeau établi dans le port, afin de pouvoir être facilement introduites dans l'écluse et posées avant l'enlèvement de ce batardeau.

La pose des portes de flot s'est effectuée à sec, en suivant la marche ordinaire pour ce genre de travail. La pose à sec est plus difficile, mais elle offre l'avantage de faciliter l'ajustement des poteaux busqué et tourillon.

Les portes d'écluse sont ordinairement laissées $^1/_2$ et même un centimètre trop larges; le jeu qui existe dans la crapaudine permet leur recul quand la poussée de l'eau est suffisante, et il paraît qu'elles sont alors plus étanches.

65. *Cabestans.* — Chaque ventail est manœuvré au moyen d'un cabestan en chêne portant à sa base une roue dentée, qui engrène dans les dents d'une crémaillère adaptée à la barre trainante fixée, par une de ses extrémités, à la partie supérieure du poteau busqué.

Le cabestan tourne sur un axe vertical en fer forgé, fixé à la tablette en passant à travers une bague en fer et reposant par un piton sur une plaque de fer scellée à la partie inférieure de la pierre.

L'axe porte supérieurement sur une crapaudine femelle en cuivre, ayant la forme d'une calotte sphérique; elle est in-

troduite dans l'arbre par une lumière pratiquée à cet effet à la hauteur requise et masquée ensuite par un tampon en bois.

PORTES D'EBBE.

66. Les portes d'ebbe (pl. V, fig. 2) ne diffèrent des portes de flot que par quelques points. Elles ont une entretoise de moins, le bordage n'étant destiné qu'à retenir les eaux du canal; chaque ventail est muni de deux ventelles servant à la manœuvre de l'écluse et à l'évacuation des eaux, concurremment avec les aqueducs.

Tous les détails relatifs aux portes de flot s'appliquent aux portes d'ebbe, avec les modifications que nous venons de signaler.

VANNES D'AQUEDUCS.

67. Les vannes pour les aqueducs sont formées d'une double épaisseur de madriers en chêne, superposés en sens contraire et entre lesquels on a interposé plusieurs doubles de papier goudronné. La vanne porte aussi vers le haut, du côté opposé au doublage, une traverse de $0^{m}78$ de longueur et de $0^{m}05$ d'épaisseur, placée à la hauteur du rebord de la tête d'aqueduc dans la cheminée.

Les vannes ont un jeu de $0^{m}03$ dans leurs coulisses et s'appliquent alternativement d'un côté ou de l'autre des rainures, suivant le sens dans lequel la pression s'exerce. L'eau monte dans les cheminées à la hauteur du niveau supérieur d'amont ou d'aval.

Les vannes d'aqueducs sont manœuvrées au moyen d'un cric à deux manivelles fixé sur les tablettes de l'écluse par des pitons à écrous.

PONT TOURNANT.

68. *Système et dimensions.* — Le centre de rotation du pont tournant se trouve sur le côté; le tablier est soutenu, dans son mouvement, par deux roues placées l'une sous la

traverse de pivot, l'autre près de la culée. Le mouvement de rotation est imprimé au moyen d'une lanterne fixée au pont tournant et engrenant une crémaillière circulaire scellée à la banquette de la plate-forme (pl. VII).

Lorsque le pont est fermé, la traverse de volée s'appuie sur une enclave ménagée dans le bajoyer droit, et la traverse de culée est soutenue par des tréteaux fixés à la plate-forme; pour manœuvrer le pont, on abaisse les tréteaux, le pont bascule pour s'appuyer sur la roue d'acculement et la volée se dégage de son enclave.

Le système de charpente et les dimensions des différentes pièces du pont sont indiqués à la planche précitée. Les longerons sont en sapin rouge de Riga, le doublage en bois blanc et le reste de la charpente en bois de chêne du pays.

69. *Pivot et crapaudine.* — Le pivot, en fer forgé, n'est maintenu qu'en deux points (pl. VII, fig. 2) comme les axes des cabestans : supérieurement, par une bague scellée dans la pierre de pivot, et inférieurement par une plaque en fer fixée dans une pierre posée d'aplomb sous la pierre de pivot.

La partie du pivot en saillie sur la pierre est arrondie et recouverte d'une calotte sur laquelle s'appuie et tourne la crapaudine fixée à la traverse inférieure du pont tournant. La crapaudine et sa calotte sont en cuivre; l'une pèse 54 kil. et l'autre 14 kil. (fig. 3).

70. *Roues d'acculement et de la traverse de pivot.* — Ces roues indiquées fig. 5, pl. VI, et fig. 4, pl. VII, sont en fonte et leurs armatures en fer forgé; les essieux fixés aux roues tournent dans des coussinets en cuivre.

La roue de la traverse de pivot roule sur une bande circulaire en fer forgé fixée à la plate-forme par des pitons à écrous, et composée de trois pièces assemblées (fig. 6, pl. VI) à joint brisé et oblique.

La roue d'acculement se développe sur un arc en fer forgé fixé à la banquette de la plate-forme.

71. *Tréteaux et supports du pont.* — Lorsque le pont est

fermé, sa traverse de culée s'appuie sur des tréteaux et sa volée est logée dans une enclave en pierre de taille ménagée dans le bajoyer droit. Cette enclave est terminée, en amont, par un bourrelet de 0m10 de hauteur qui retient la volée du pont et au-dessus duquel cette volée doit passer, lorsque le pont est mis en mouvement.

La culée du pont est traversée par un boulon à tête allongée qui s'engage dans une rainure pratiquée dans le mur circulaire de la plate-forme. Cette rainure, d'un quart de cercle de longueur, commence par un coude dans lequel le piton remonte lorsque le pont est soulevé par les tréteaux. Le piton ne porte pas sur les parois de la rainure; il n'est destiné à empêcher le déversement du pont qu'en cas d'accident.

Le levier coudé destiné à la manœuvre des tréteaux doit être placé en arrière de la rainure, pour permettre le passage du piton de retenue.

72. *Lanterne et arc crémaillé.* — La lanterne du pont est en fer forgé et l'arc crémaillé en fonte. L'axe de la lanterne est maintenu par un collier inférieur à trois branches et par une plaque supérieure dans lesquels il tourne; lorsque le pont bascule, l'extrémité de l'axe remonte à la hauteur du plancher et le mouvement de rotation lui est imprimé par une clef à œillet dans lequel passe un levier en bois manœuvré par un seul homme.

L'arc crémaillé est composé de six pièces fixées à la banquette de la plate-forme et réunies entre elles par de doubles pitons à écrous. Les dents sont situées sur la partie convexe de l'arc, ce qui facilite le mouvement de la lanterne.

ARTICLE IV.

Parties extérieures de l'écluse.

73. *Remblai derrière les bajoyers.* — Les remblais doivent satisfaire à deux conditions principales : être imperméables et exercer la moindre pression possible. Le sable de mer sa-

tisfait particulièrement à cette seconde condition et constitue le meilleur remblai contre les bajoyers d'une écluse et contre tous les murs en général.

Les remblais de l'écluse du Comte ont donc été faits, contre les murs, en sable de mer sur une largeur de 1m50 à 2 mètres jusqu'à 1 mètre sous les tablettes, et tout le reste a été remblayé avec les meilleures terres provenant des fouilles.

Après avoir enlevé à vif fond tout le terrain remué, ainsi que les copeaux, la vase, etc., on a remblayé par couches assez minces, convenablement régalées et damées. Vers les têtes, au droit des murs en retour, le remblai a été fait particulièrement en terre glaise, pour empêcher l'infiltration des eaux.

Vers le mur en retour, en amont du bajoyer gauche, il existait une assez grande quantité de vase, sous le niveau du grillage de fondation; on a eu soin de l'enlever complétement et de la remplacer par du sable de mer. L'effet de cette vase eût été de transmettre à la manière des liquides, la pression due à la charge des remblais, et d'exercer contre les murs une poussée très-grande qu'il était prudent d'empêcher.

74. *Avant-radiers.* — En aval de l'écluse, vers le port, les fondations sont garanties des affouillements par un avant-radier de 10 mètres de longueur; sa surface supérieure est établie à 0m,10 en contre-bas du radier de l'écluse et présente une pente de $^1/_{40}$ vers le port. Il est formé d'un lit de roseaux placé perpendiculairement à l'axe de l'écluse et puis d'une couche de fascines juxtaposées suivant une direction transversale à la première. Ces couches fortement serrées présentent une épaisseur de 0m,20; elles sont fixées par des lignes de tunes espacées de 0m,30 et disposées perpendiculairement à l'axe de l'écluse.

Ce fascinage est recouvert d'un lit de recoupes de pierres de 0m,20 à 0m,25 de hauteur, et le radier est ensuite revêtu, sur toute sa surface, de moëllons de Tournay posés de champ; ces moëllons ont au moins 0m,35 de queue.

L'épaisseur totale de l'avant-radier est de $0^m,80$. Il est retenu en aval par une file de palplanches alignées contre un chapeau fixé lui-même sur une ligne de pilots. Les palplanches ont 2 mètres de longueur et $0^m,07$ d'épaisseur.

En amont de l'écluse on a aussi construit (pl. III) un radier d'après le même système; il a 8 mètres de longueur et son aire est établie de niveau à $0^m,10$ en contre-bas du radier de l'écluse.

75. *Perrés en moëllons.* — Les talus du port sont établis à raison de 8 mètres de base pour $6^m,50$ de hauteur; ils se raccordent avec les murs en retour de l'écluse par des portions de surface conique. Les parties de ces talus comprises entre deux plans verticaux parallèles à l'axe de l'écluse, et passant par les extrémités des murs en retour sont revêtues en perrés, depuis le niveau de l'avant-radier jusqu'à celui de la haute mer des vives eaux ordinaires.

Les talus à défendre par les perrés, ont d'abord été élevés en terre glaise sur au moins $0^m,50$ d'épaisseur, et puis revêtus de claies en fascinages (fascines dont on a coupé les harts et placées à recouvrement); le perré repose sur ces claies et consiste, comme pour les avant-radiers, en un revêtement en moëllons de Tournay d'au moins $0^m,35$ de queue, assis sur un lit de recoupes de $0^m,20$ à $0^m,25$ d'épaisseur.

Les talus en amont de l'écluse sont aussi, sur une longueur de 8 mètres à partir des murs en retour, défendus par des perrés établis de la manière ci-dessus indiquée et s'élevant à $0^m,50$ en contre-haut de la ligne de flottaison du canal.

76. *Estacades à claire-voie.* — Les estacades en aval de l'écluse se composent chacune de deux files de pieux maintenues par 4 cours de ventrières et reliées par des tirants. Les pieux ont ${}^{30}/_{30}$ d'équarrissage et leur tête se trouve à $0^m,50$ en contre-bas des tablettes. Ils sont battus de manière que la direction des tirants soit normale à la longueur de l'estacade.

Les tirants ont ${}^{25}/_{30}$ de grosseur. Les ventrières sont de 3 pièces; elles ont aussi ${}^{25}/_{30}$ d'équarrissage.

Sur les tirants supérieurs on a établi un plancher de halage composé de madriers de $0^m,20$ de largeur, $0^m,07$ d'épaisseur et espacés de $0^m,03$; des escaliers permettent de descendre des tablettes sur les estacades.

Les estacades en amont de l'écluse sont construites d'après le même système. Les pieux sont battus en ligne droite et leur tête se trouve à $1^m,30$ sous les tablettes.

77. *Mise en communication de l'écluse avec le canal de Plasschendaele.* — Cette communication a été établie par une coupure ayant environ 90 mètres de longueur et dont le plafond, de niveau avec l'avant-radier vers l'écluse, se raccorde avec le plafond du canal par une rampe continue et régulière d'environ $0^m,50$ de hauteur.

Contre la tête de l'écluse, la largeur du plafond est de 10 mètres; à 25 mètres plus loin, cette largeur est de 15 mètres. A partir de ce point la digue de la rive droite est arrondie en arc de cercle pour se raccorder avec les berges du batardeau placé en travers du canal et fermant son ancien cours. La digue de gauche est au contraire prolongée suivant le même évasement sur une longueur d'environ 65 mètres et se raccorde ensuite avec les rives du canal, par une courbe régulière.

Les talus intérieurs forment des surfaces gauches. Ils ont contre la tête de l'écluse une inclinaison déterminée par la longueur des murs en retour; à leur raccordement avec les berges du canal de Plasschendaele, cette inclinaison a été portée à 2 mètres de base pour 1 mètre de hauteur.

Les talus vers le port et dans le canal, ont été défendus par des fascinages inférieurs à tunes espacées de 0^m30, et par des revêtements en briques, s'élevant de $0^m,50$ à $0^m,25$ au-dessus des eaux. Le reste des talus est gazonné en gazons de $0^m,07$ d'épaisseur.

78. *Enlèvement du batardeau.* — Le batardeau construit dans le port, n'a été enlevé qu'après la pose des portes de flot, le complet achèvement des remblais à l'arrière des bajoyers et des avant-radiers, perrés et estacades.

Après avoir déforcé cette digue, en hauteur et en épaisseur, autant que la prudence le permettait, on a fait, en une marée, une coupure vers le milieu jusqu'à la plus grande profondeur possible, pour éviter la chute des eaux à la marée montante; puis l'enlèvement des terres a été continué à chaque marée basse.

L'écluse du Comte, adjugée le 1er juillet 1843, à M. B. Dekeuwer de Nieuport, pour la somme de 262,500 francs, a été commencée immédiatement après l'approbation de la soumission par M. le ministre des travaux publics.

Le 23 mai 1844, on a commencé la maçonnerie en briques sur la fondation en charpente, et le 1er août la maçonnerie d'élévation des bajoyers.

Le 22 septembre LL. AA. RR. le duc de Brabant et le comte de Flandre, posèrent chacun une pierre commémorative entre les chardonnets aval des deux bajoyers, au-dessus de la ligne de flottaison du canal de Plasschendaele, et l'écluse reçut le nom d'écluse du Comte, 'S Graven sas.

Pendant la campagne de 1845, on fit la pose des tablettes et de toutes les parties mobiles de l'écluse; les terrassements furent achevés, le batardeau enlevé et enfin l'écluse fut ouverte à la navigation, le 12 novembre.

Il ne reste plus à exécuter que des travaux de parachèvement et d'appropriation, tels que le rétablissement des fortifications, le pavage des abords de l'écluse et la construction d'un quai de déchargement avec embarcadères en charpente, le long du canal de navigation.

Anvers, le 19 juin 1846.

CHEMINS DE FER.

COMPARAISON

ENTRE LES RÉSULTATS FOURNIS EN 1847, PAR LE CHEMIN DE FER DU NORD, ET CEUX OBTENUS EN BELGIQUE, SUR LE RÉSEAU DE L'ÉTAT;

PAR M. H.-G. DESART,

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES.

---

§ 1er. *Du produit brut.*

On a quelquefois comparé, sous le rapport du revenu brut, notre chemin de fer à celui du Nord, et reconnaissant que la ligne Française, bien que présentant beaucoup moins de longueur que la ligne Belge, fournissait cependant des recettes plus considérables que cette dernière, on en a conclu que l'excédant de prospérité que le chemin de fer du Nord offre à l'égard de notre réseau national, était dû à ce que, chez nos voisins, les tarifs sont beaucoup plus élevés que chez nous.

Or, un semblable mode d'appréciation est complétement erroné et peut, dès lors, conduire aux conséquences les plus fausses, lorsqu'il s'agit de juger, par les résultats totaux obtenus sur des lignes diverses, du mérite relatif des tarifs adoptés pour chacune d'elles.

En général, on ne saurait tirer aucune déduction de l'espèce, de la mise en parallèle des résultats donnés par des lignes différentes. En effet, un chemin de fer produit en raison des localités qu'il touche et de la manière dont ces localités sont groupées les unes par rapport aux autres. Or, il est de toute impossibilité qu'il se rencontre deux lignes desservant des localités qui soient exactement de même importance en population et en commerce, et qui se trouvent, en outre, dans des conditions de position relative, parfaitement identiques. Sauf des cas tout-à-fait exceptionnels, deux lignes, qu'elles soient ou non régies par un même tarif, produiront donc toujours des résultats inégaux, de sorte que, comme nous l'avons dit, la différence entre les recettes de deux chemins quelconques, ne prouve absolument rien à l'égard du tarif.

Ces considérations générales s'appliquent d'une manière très-saisissante au parallèle qu'on prétendrait faire entre notre réseau et celui du Nord, dans lequel se trouve comprise la station de Paris, qui, à elle seule, produit autant qu'un chemin de grande étendue.

On trouve, en effet, dans le compte-rendu que le conseil d'administration du chemin de fer du Nord a présenté pour l'exercice 1847, que, pendant ladite année, Paris a donné, du chef des voyageurs seulement, une recette de . . . . fr. 3,347,148

De manière que si l'on compte que les expéditions des autres stations de la ligne, en destination de Paris, comportent une somme égale, ce qui doit être sensiblement vrai, on aura aussi, du chef des expéditions de voyageurs vers Paris 3,347,148

d'où il suit que la station de Paris, considérée tant comme lieu de départ que comme lieu de destination, a produit à la ligne du Nord, en voyageurs seulement, ci . . . . fr. 6,694,296

tandis que le réseau Belge tout entier n'a procuré, dans la même année, du chef des voyageurs qu'une somme de. . . . . 6,947,215 c'est-à-dire que, à peu de chose près, Paris a donné lieu à une recette de voyageurs aussi forte que celle obtenue, de cette catégorie des transports, sur tout le chemin de fer Belge.

Il n'est, dès lors, pas étonnant que la ligne du Nord ait, dans son ensemble, présenté un résultat plus favorable que le réseau de notre pays.

En Belgique aussi, la capitale est nécessairement un centre exceptionnel; mais on ne peut nullement l'assimiler à la capitale de la France, et, certes, on ne trouverait rien de surprenant à ce que Bruxelles ne donnât que le $^1/_4$ ou même moins encore, du mouvement dû à la ville de Paris; pourtant la disproportion, même dans les recettes, n'est guère aussi considérable, puisque, nonobstant nos bas prix de transport, les mouvements de voyageurs ayant Bruxelles pour lieu de départ ou de destination, ont produit dans ledit exercice 1847, une recette de 3,351,650 francs, soit un peu plus de la moitié de la recette indiquée ci-dessus pour la station de Paris.

Si, laissant de côté les mouvements de voyageurs dus à Paris d'une part et à Bruxelles de l'autre, on compare les résultats obtenus, on trouve que l'avantage qu'on attribuait à la ligne du Nord, revient, tout au contraire, au réseau Belge. Pour s'en convaincre, on n'a qu'à jeter les yeux sur les données ci-après, fournies, en 1847, par les deux lignes dont il s'agit.

TRANSPORTS DES VOYAGEURS. — EXERCICE 1847.

Parallèle entre les résultats obtenus :

1° sur le chemin de fer Belge (réseau de l'État) et 2° sur le chemin de fer du Nord (de Paris aux frontières de Belgique).

LIGNES.	LONGUEUR DU RÉSEAU ENTIER.	Voyageurs pour le réseau entier		Voyageurs dus à la Capitale dans chacun des deux pays.		Mouvements réciproques des stations qui composent le réseau entier moins la Capitale.		LONGUEUR DU RÉSEAU, RÉDUIT COMME IL EST INDIQUÉ CI-CONTRE. (a)	Résultats moyens obtenus par kilomètre de longueur du réseau réduit.		Recette moyenne par voyageur du dit réseau.	Produit moyen d'un voyageur transporté à une lieue de 5 kilom.
		NOMBRE.	RECETTE.	NOMBRE.	RECETTE.	NOMBRE.	RECETTE.		NOMBRE.	RECETTE.		
	Kilom.	Voyag.	Francs.	Voyag.	Francs.	Voyag.	Francs.	Kilom.	Voyag.	Francs.	Francs.	Francs.
Réseau Belge	548	3,746,390	6,947,215	1,347,214	3,351,650	2,399,176	3,595,565	(a) 334	4,493	6,733	1.50	0,248
Ligne du Nord	335	2,603,580	8,469,889	1,438,842	6,694,296	1,164,738	1,775,593	(a) 329	3,540	5,397	1.53	0,37
Différence.	213	1,142,810	1,522,674	91,628	3,342,646	1,234,438	1,819,972	205	953	1,336	0.03	0,122

(a) Les réseaux *réduits* commencent aux stations qui viennent immédiatement après Bruxelles d'une part, et après Paris d'autre part.

Après avoir d'abord remarqué que le tarif français est, en moyenne, d'environ moitié plus élevé qu'en Belgique, nous déduirons, du tableau ci-dessus, les faits suivants :

1° La ville de Bruxelles donne, à 7 °/₀ près, autant de voyageurs que Paris ; et les recettes totales de ces voyageurs s'élèvent, pour Bruxelles, à la moitié de ce que produit Paris.

2° La ville de Paris donne environ deux fois autant de recettes que tout le réseau Belge *moins Bruxelles ;* par contre la ville de Bruxelles donne aussi environ deux fois autant de recettes que tout le réseau du Nord *moins Paris.*

3° La ligne Belge *moins Bruxelles*, donne deux fois autant de mouvements et de recettes que la ligne française *moins Paris.*

4° Par kilomètre de longueur, pour les réseaux réduits par l'exclusion des deux capitales, la ligne française ne donne respectivement que les $^{3}/_{4}$ et les $^{1}/_{2}$ du nombre et du produit des voyageurs fournis par la ligne Belge.

5° La recette moyenne par voyageur, opérée sur lesdits réseaux (moins les capitales), est respectivement, à notre chemin de fer et à celui du Nord, de 1f50 et de 1f53, c'est-à-dire que, à 3 centimes ou à 2 °/₀ près, cette recette moyenne par voyageur, est aussi élevée en Belgique que sur la ligne du Nord ; ce qui établit, eu égard à la différence des prix de transport dans l'un et l'autre pays, que, en dehors des mouvements dus à Bruxelles et à Paris, un voyageur parcourt, en moyenne, une distance de moitié plus grande sur nos rail-ways que sur la ligne du Nord.

L'analyse que nous avons donnée des résultats obtenus sur les deux lignes dont nous nous occupons, démontre combien on peut se tromper dans les appréciations comparatives de diverses lignes, lorsqu'on ne tient pas compte de l'influence des localités. Elle constate aussi des faits qui sont bien de nature à étonner, car on eût, peut-être, pu se figurer difficilement que les relations de la seule ville de Paris produisissent au chemin de fer du Nord, du chef des voyageurs, des recettes égales à celles que donnent toutes les sections réunies de notre réseau, et plus difficilement encore sans doute,

que les voyageurs ayant Bruxelles pour lieu de départ ou d'arrivée, procurassent, nonobstant nos bas prix de transport, deux fois autant de recettes que tout le réseau du Nord moins Paris ([1]). Enfin cette analyse nous a fait reconnaître qu'en laissant à l'écart les mouvements dus aux localités exceptionnelles de Paris et de Bruxelles, la comparaison entre le chemin de fer du Nord et notre réseau, était, sous tous les rapports, favorable à ce dernier, et que, s'il était permis d'en déduire des conséquences quelque peu rationnelles à l'égard des tarifs, la supériorité serait nécessairement dévolue au nôtre.

Ces conclusions, basées sur les faits, sont, comme on voit, diamétralement contraires à l'opinion exprimée par certaines personnes que le chemin de fer du Nord, régi par des tarifs bien plus élevés que les nôtres, serait exploité, par cela même, dans des conditions financières plus avantageuses que notre réseau. Pour ces personnes, le chiffre de la circulation des voyageurs ne tient pas aux prix de transport, de sorte que, selon elles, les mouvements de la ligne du Nord n'augmenteraient pas si l'on y appliquait les prix du chemin de fer belge, de même que les mouvements de notre réseau ne diminueraient pas, si l'on introduisait chez nous le tarif français.

Supposons un instant que cette opinion soit fondée, et admettons qu'on en fût venu à appliquer en Belgique le tarif français. Dès lors, les mouvements de voyageurs devant, d'après l'hypothèse en question, rester les mêmes, on aurait eu les recettes suivantes :

1° Pour Bruxelles fr. $3,351,650 \times \frac{0.37}{0.248} = 5,000,444$ fr.

2° Pour le réseau Belge moins Bruxelles $3,595,565 \times \frac{0.37}{0.248}$ $= 5,364,351$ francs.

([1]) Il est toujours bien entendu qu'en parlant du chemin de fer du Nord, nous ne comprenons ici que les sections de Paris aux frontières de Belgique et qu'il n'est question que des résultats fournis par ces sections, pendant l'exercice 1847.

d'où résulterait que, du chef des voyageurs, Bruxelles donnerait les 3/4 des recettes de Paris et que le réseau Belge, moins Bruxelles, donnerait trois fois autant de recettes que le réseau du Nord moins Paris. Or, l'invraisemblance qu'on puisse arriver, avec des tarifs égaux, à de semblables résultats, atteste assez combien est peu rationnelle la supposition qui devrait les réaliser.

Nous ne nous sommes occupé jusqu'ici que des produits fournis par les voyageurs; mais si nous opérons pour l'ensemble des revenus donnés par chacune des deux lignes dont il s'agit, comme nous l'avons fait à l'égard des mouvements des voyageurs, nous arriverons à des résultats analogues à ceux que nous avons trouvés pour cette catégorie de transports.

En effet, le compte-rendu que nous avons déjà mentionné, porte à 5,072,750 francs la recette totale faite, pour les départs de Paris, tant en marchandises et bagages qu'en voyageurs. Si les expéditions vers Paris ne comportaient qu'un mouvement égal, les recettes de Paris s'élèveraient, pour les départs et les arrivées, à 10,145,500 francs; mais chacun sait que les transports de marchandises, en destination de Paris, sont bien autrement considérables que ceux des marchandises expédiées de cette ville; de sorte qu'on peut admettre que la somme totale des produits de Paris, considéré, tant comme lieu d'expédition que comme lieu de destination, s'élève à environ . . . . frs 11,000,000

Or, la ligne du Nord ayant fourni en 1847 une recette totale, pour voyageurs et marchandises, de 15,568,789

il reste, pour le produit général de tout le réseau du Nord moins Paris, ci . . . . frs. 4,568,789

Soit environ 13,900 francs par kilomètre de longueur.

D'autre part Bruxelles, considéré tant comme lieu de départ que comme lieu de destination a donné, en 1847, du chef des transports de toute nature, une recette

totale de. . . . . frs. 5,223,250
Et la ligne Belge, en entier, ayant fourni frs. 14,789,753
il s'ensuit que notre réseau, moins Bruxelles,
a produit, en transports de toute nature,
une somme de . . . . frs. 9,566,503
Soit environ 17,500 francs par kilomètre de longueur.

De la comparaison des chiffres ci-dessus, il résulte :

1° Que du chef des transports de toute nature, Paris donne plus de recettes que tout le réseau Belge *moins Bruxelles;*

2° Que du même chef, Bruxelles donne plus de recettes que toute la ligne du Nord *moins Paris;*

3° Que du dit chef, le réseau Belge *moins Bruxelles,* fournit 2 fois autant de recettes que toute la ligne du Nord *moins Paris.*

4° Enfin que la recette totale par kilomètre, lorsqu'on retranche des réseaux les deux capitales, est de 26 °/ₒ plus élevée sur notre réseau que sur celui du Nord.

Nous résumant, nous dirons que, en principe général, on ne doit pas juger, par le plus ou moins d'élévation des résultats obtenus sur les lignes diverses, du dégré de supériorité que peut présenter tel ou tel tarif; mais nous avons vu que si l'on met, purement et simplement, en parallèle les recettes du chemin de fer du Nord avec celles de notre réseau, déduction faite, respectivement, des produits exceptionnels dus aux deux capitales de Paris et de Bruxelles, l'avantage reste acquis, d'une manière très-sensible, à la ligne Belge, régie cependant par des tarifs bien inférieurs à ceux adoptés par nos voisins. Quant aux résultats spéciaux fournis par les villes de Paris et de Bruxelles, nous avons reconnu que la supériorité relative doit encore être assignée à la dernière, puisque Bruxelles donne la moitié des recettes de Paris, nonobstant l'énorme disproportion d'importance propre qui existe entre les capitales des deux pays.

§ 2. — *Des dépenses d'exploitation.*

En comparant les dépenses d'exploitation des deux chemins de fer dont nous nous occupons, on a cru trouver que, en proportion des recettes respectives, le service de la ligne

Belge coûtait une moitié de plus que celui de la ligne Française.

On a dit, en effet, que, en 1847, le chemin de fer Belge, pour une recette brute de 14,789,753 francs, avait exigé une dépense d'exploitation de 9,318,860 francs, ce qui fait 63 p. °/₀ de la recette; tandis que le chemin de fer du Nord, pour une recette brute de 15,568,789 francs, n'avait exigé, en frais d'exploitation, que 6,468,870 francs, ou 42 p. °/₀ de la recette brute.

On en a conclu que le système Belge était très-défectueux et qu'il devait nécessairement y avoir lieu de ramener la dépense annuelle à un chiffre proportionnel égal à celui donné par le chemin de fer du Nord.

Or, nous allons voir que notre exploitation, loin d'être plus onéreuse que celle de nos voisins, est relativement, bien plus économique que cette dernière.

Avant tout, remarquons que, dans la dépense susdite de	frs. 9,318,860
le renouvellement de billes, de fers et de materiel, comporte (page V, § 1er du compte-rendu de 1847) une somme de.	2,195,300
De sorte que la dépense d'exploitation proprement dite ne s'est élevée qu'à	frs. 7,123,560

Remarquons, d'autre part, qu'en tenant compte des transports gratuits, de ceux à prix réduits et des produits indirects, on arrive (page 431 du compte-rendu précité), à une somme totale, non pas de 14,789,753 francs, mais de 16,210,332 francs, de sorte que le rapport des dépenses d'exploitation aux recettes, est seulement de 44 p. °/₀, ce qui ne diffère pas sensiblement de la proportion de 42 p. °/₀ indiquée ci-dessus pour le chemin de fer du Nord.

Si l'on fait attention que le matériel roulant du chemin de fer Belge existe, pour la majeure partie, depuis un assez grand nombre d'années déjà et que, par cela même, ce matériel, plus utilisé que celui de la ligne du Nord, nécessite des frais de réparation et d'entretien plus considérables que

n'en réclame le matériel Français ; si l'on considère surtout que le service Belge est beaucoup plus étendu et, en même temps, bien plus compliqué que celui des sections de Paris aux deux stations frontières de Quiévrain et de Mouscron, on comprendra que, même au point de vue où nous nous sommes placé, l'exploitation Belge, pour n'exiger que 44 °/₀ de la recette brute, est exercée d'une manière relativement plus économique encore que l'exploitation Française qui, nonobstant les conditions spécialement favorables où elle se trouve, emporte encore 42 °/₀ de la recette.

Mais, pour juger du plus ou moins d'économie apporté dans le système d'exploitation, il faut en comparer la dépense non pas à la recette, mais bien aux transports effectués, réduits à l'unité de distance parcourue, par exemple, au kilomètre. A la vérité, nous ne trouvons pas, dans les éléments que nous possédons, les mouvements totaux qui ont eu lieu sur les deux lignes dont nous nous occupons, mais nous pouvons les apprécier, jusqu'à un certain point, d'après le nombre de lieues parcourues par les machines qui ont remorqué les convois, tant de voyageurs que de marchandises.

Or, nous voyons dans le rapport du conseil d'administration du chemin de fer du Nord, que le parcours total des locomotives a été, en 1847, de 2,879,264 kilomètres, tandis que nous lisons dans le compte-rendu publié par le gouvernement Belge, que, dans ledit exercice 1847, nos locomotives ont parcouru 761,814 lieues de 5 kilomètres, soit un nombre de 3,809,070 kilomètres.

Dès lors, le coût de l'exploitation revient, par kilomètre moyen du parcours des machines savoir : sur la ligne Française à $\frac{6,468,870}{2,879,264}$ ou à 2f25 et sur la ligne Belge à $\frac{7,123,561}{3,809,070}$ ou à 1f87 seulement.

Mais un fait digne de remarque, c'est que le trafic sur la ligne Belge, qui a été bien plus considérable que celui effectué sur la ligne du Nord, a été cependant opéré au moyen d'un nombre de locomotives qui ne s'est élevé qu'à 153 (y compris celles en réparation), tandis qu'on a employé aux

transports de la ligne du Nord, 177 locomotives et que le conseil d'administration déclare (page 5 de son rapport) que ce matériel s'est trouvé insuffisant et que la compagnie a dû commander 22 machines nouvelles.

D'après cela chaque machine a parcouru, en moyenne, dans tout le cours de l'exercice 1847, savoir :

Sur le chemin de fer Belge $\frac{3,809,070}{153} = 24,895$ kilom.

et sur le chemin de fer du Nord $\frac{2,879,264}{177} = 16,267$ kilom.

de sorte que les machines *neuves* du chemin de fer du Nord n'ont fait moyennement que les $^2/_3$ du parcours effectué par les machines Belges qui, pour la plupart, sont déjà *anciennes*.

Nous acquérons ainsi une nouvelle preuve que notre système d'exploitation ne le cède en rien, sous le rapport de l'économie du service, à celui du Nord, puisque, avec un nombre moindre de remorqueurs, nous avons pourvu à un trafic beaucoup plus considérable; que, de ce chef, l'entretien et les réparations ont dû être plus considérables que sur le chemin du Nord, et que, en réalité, nous avons dépensé moins que nos voisins, par lieue moyenne parcourue par les machines.

A l'appui de ce que nous venons de dire sur les avantages relatifs qu'offre le système Belge, par rapport au système Français, nous ferons encore remarquer que le réseau que nous avons eu à desservir, était beaucoup plus long que celui du Nord qui, comme nous l'avons déjà dit, ne s'étendait, en 1847, que de Paris aux frontières de Belgique, soit sur une longueur de 335 kilomètres. En comparant les dépenses aux longueurs, nous trouverions que, pour chaque kilomètre de chemin de fer livré à la circulation, les frais d'exploitation se sont élevés savoir : pour la ligne du Nord à $\frac{6,468,870}{335}$ ou à 19,310 francs et, sur la ligne Belge, à $\frac{7,123,561}{560}$ ou à 12,721 francs, soit aux $^2/_3$ seulement du coût par kilomètre exploité du chemin de fer Français.

le niveau de l'eau en repos ; ce n'est qu'après plusieurs tâtonnements, effectués à de longs intervalles (lorsqu'on nettoie la chaudière) que l'on peut compter sur l'exactitude de ses indications.

L'inspection des fig. 1 et 2, pl. VII, fera comprendre les dispositions du flotteur d'alarme indicateur, réunissant les conditions énumérées ci-dessus. La fig. 1re représente le flotteur établi isolément, et la fig. 2, lorsqu'il est adapté à une ou à deux soupapes, afin d'économiser la place et d'éviter des ouvertures qui nuisent à la conservation des chaudières.

Le balancier *B* est suspendu par un axe disposé à lame de couteau posant sur acier, afin de lui assurer toute la mobilité désirable.

Le sifflet *D* et les tiges *EH* peuvent être démontés, afin de pouvoir mettre à découvert la soupape *A* pour la rôder (elle aura 8 à 10 millimètres de diamètre); la pierre, qui a six à sept décimètres cubes, est suspendue par un fil de cuivre recuit à l'une des extrémités du balancier. Le poids *F* sert à maintenir la soupape sur son siége et fait équilibre à la pression de la vapeur sur cette soupape, augmentée d'un dixième.

La pierre *G* agira avec un poids égal à celui de l'eau qu'elle déplace par son immersion, soit six litres d'eau. L'effort qui tendra à ouvrir la soupape lorsque l'abaissement de l'eau sera arrivé à sa dernière limite (5 centimètres au dessus des conduits) sera de 30 kilogrammes, le rapport des bras de levier étant de 1 à 5.

Il y a donc lieu d'être rassuré sur l'action directe du balancier sans le secours d'aucun moyen auxiliaire.

L'anneau oblong *H* et la tige *E* sont disposés pour soulever la soupape et régler le signal d'alarme au moyen de la vis *I*.

Les pièces *A D E H* et *K* sont en cuivre ou en bronze, afin d'éviter l'oxidation.

Pour remplir le but de l'instruction annexée à l'arrêté du 15 novembre 1846, sur la police des machines à vapeur, indiquant l'utilité d'établir le flotteur dans une eau tran-

quille, comme condition désirable pour obtenir des indications exactes, des expériences ont été faites à la société de l'Espérance à Seraing, en enveloppant la pierre d'un tube *L* en tôle de fer de 3 millimètres d'épaisseur, attaché au dôme de la chaudière fig. 3, afin d'éviter les oscillations qui sont produites par la perturbation de l'eau en ébullition, dans des circonstances données.

Ces essais ont constaté l'efficacité de ce moyen (indiqué dans Péclet); les anciens flotteurs placés sur les mêmes générateurs, oscillaient de 4 à 5 centimètres, tandis que celui pourvu de l'enveloppe ne marquait que 12 à 15 millimètres. Ainsi réduit, ce mouvement est nécessaire à la mobilité de cet appareil.

Les avantages attribués ci-dessus au flotteur d'alarme indicateur ont été reconnus par des expériences faites depuis le mois de février 1848, à l'usine de la société J. Cockerill, à Seraing, qui en a adopté l'emploi à tous les générateurs à vapeur de ses divers établissements.

La société St-Léonard l'a adopté également, ainsi que MM. Marcellis, Pirotte frères, Cambresy, Hiard, Lachaussée, mécaniciens à Liége, Demonceau, mécanicien à la Minerie et Troupin, à Verviers.

La société de la fabrique de fer d'Ougrée, la société de l'Espérence, à Seraing, MM. Dehasse-Comblen, fabricant de drap, à Liége, Xhibitte, fabricant de drap, au Charneux, etc., etc., viennent également d'en faire établir sur leurs générateurs.

Liége, le 8 février 1849.

ASPHALTE ET COULEURS. — PROCÉDÉS MOLL.

RAPPORT

FAIT

A LA COMMISSION DES PROCÉDÉS NOUVEAUX,

PAR M. ALPH. BELPAIRE,

INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

M. Moll d'Anvers a fait à M. le ministre des travaux publics trois propositions, sur lesquelles la commission des procédés nouveaux est appelée à émettre son avis.

1° *L'emploi d'une couche horizontale d'asphalte dans les murs pour empêcher l'humidité du sol de pénétrer les maçonneries au-dessus des fondations.*

Cette couche peut être établie de différentes manières, soit en coulant à chaud de l'asphalte sur la maçonnerie, soit en y plaçant des plaques préparées d'avance, qu'il ne s'agit plus que de souder entre elles, en coulant sur place de l'asphalte fondue entre les joints; soit en maçonnant une assise de briques avec de l'asphalte au lieu de mortier. A la prison de Bruges, M. l'ingénieur en chef Roget, sans avoir connaissance du procédé proposé par M. Moll, avait déjà employé avec succès, en 1845, une couche d'asphalte, coulée horizontalement sur la maçonnerie. On pourrait craindre cependant qu'en coulant des assises entières d'asphalte chaud sur une maçonnerie fraîche et par conséquent humide, les vapeurs d'eau qui se développent ne traversent la couche en y déterminant des porosités. L'asphalte durcissant dans cet état, resterait perméable à l'humidité et ne produirait pas l'effet qu'on en attend. Par ce motif, il serait préférable d'employer les plaques, ou de maçonner avec l'asphalte, ce que l'on a fait à Bruges, parce que dans ce dernier cas, les porosités produites dans la

couche se refermeraient immédiatement quand on poserait avec pression la brique sur l'asphalte encore liquide mais déjà refroidi.

Quant à l'efficacité du procédé, nous avons constaté, dans un édifice où il avait été appliqué, à Anvers, une différence frappante entre l'état de la maçonnerie immédiatement en dessous et immédiatement au-dessus de la couche d'asphalte. La partie inférieure était extrêmement humide et la partie supérieure, à quelques centimètres de distance, remarquablement sèche, et cependant l'humidité observée jusqu'en dessous de l'asphalte ne pouvait provenir que du sol, le mur étant parfaitement libre et aéré.

Quant à l'utilité du procédé, on peut poser en fait que tous les murs, sans exception, sont humides jusqu'à la hauteur d'un mètre au moins au-dessus du sol. Cette observation est facile à faire sur un mur crépi à l'extérieur et particulièrement en temps de dégel; on remarque une différence de teinte qui dénote l'humidité du mur jusqu'à la hauteur indiquée.

Cette circonstance, quand même elle n'influerait pas sur la solidité même de la maçonnerie, aurait encore l'inconvénient d'être très-nuisible pour les objets qui doivent venir en contact avec cette maçonnerie. Aussi, le crépissage à l'extérieur ne tient jamais au pied des murs; et les papiers de tenture, les plinthes en boiseries dans les appartements du rez-de-chaussée se dégradent au bout de fort peu de temps, quand on n'a pas soin d'y faire du feu presque continuellement. L'utilité du procédé ne peut donc pas être mise en doute.

Les frais de son application ne peuvent pas être un obstacle à son emploi. Dans un édifice ordinaire qui occuperait par exemple 200 mètres carrés et qui coûterait au moins 40,000 francs, les murs au niveau du sol auraient tout au plus 40 mètres carrés de section horizontale et la dépense d'une couche générale d'asphalte ne s'élèverait pas à plus de 100 à

150 francs, c'est-à-dire de 50 à 75 centimes par mètre carré de surface bâtie.

On pourrait craindre que l'interposition d'une couche d'asphalte dans la maçonnerie, ne formât disjonction entre la maçonnerie de fondation et la maçonnerie d'élévation, mais nous avons observé que l'asphalte fait très-bien corps avec la maçonnerie; d'ailleurs, le poids seul suffirait pour établir l'adhérence, ainsi que cela a eu lieu chaque fois que, dans nos constructions, nous mettons en contact de la pierre de taille avec une maçonnerie de brique.

Les divers procédés décrits plus haut ont été appliqués dans plusieurs habitations particulières à Anvers; ils l'ont été également dans la nouvelle caserne en construction en cette ville.

Voici quelques renseignements sur la dépense qu'entraînent les procédés en question :

Le prix des plaques d'asphalte ayant un centimètre d'épaisseur s'élève à 4f50. M. Moll pourrait réduire ce prix, dans le cas où l'usage des plaques viendrait à se généraliser.

En maçonnant avec de l'asphalte, on n'emploierait, par mètre carré, que pour 2 francs de cette matière; quant à la main-d'œuvre nécessaire pour maçonner des briques en asphalte, elle serait un peu plus grande que celle qu'exige la maçonnerie ordinaire, parce qu'il faudrait fondre l'asphalte à mesure de l'emploi; mais elle ne serait certainement pas doublée par cette opération et, comme une assise de briques en maçonnerie ordinaire n'exige pas plus de 20 à 25 centimes de main-d'œuvre par mètre carré, l'augmentation de main-d'œuvre résultant de l'emploi de l'asphalte ne s'élèverait pas à plus de 20 centimes.

Encore cette augmentation serait-elle à peu près compensée par la suppression du mortier. On pourrait donc admettre dans ce cas, le chiffre de 2 francs, comme indiquant la dépense totale de l'emploi de l'asphalte.

La couche d'asphalte qui a été placée à la prison de Bruges,

et qui était formée d'asphalte artificiel de la fabrique de Dandrimont et Cᵉ à Liége, revenait, d'après les données qui nous ont été fournies par M. Roget, à 3f50 le mètre carré.

2° *L'emploi d'un nouveau produit intitulé laque d'asphalte.* — Cette laque, qui n'est que le bitume asphaltique dépouillé de matières étrangères, doit posséder les propriétés de l'asphalte dont elle est extraite. Elle est d'une fluidité assez grande lorsqu'on la fond, pour pouvoir être étendue à la brosse en couche très-mince sur le bois, le fer, la pierre, etc., et forme, d'après M. Moll, un enduit plus économique que la peinture à l'huile et plus durable que le goudronnage ordinaire ou le crépissage en mortier.

Voici les applications de ce produit que nous avons examinées.

On a enduit de laque d'asphalte une plaque de fonte qui a été ensuite soumise pendant plusieurs mois à toutes les vicissitudes de l'atmosphère sans aucune trace d'altération. L'asphalte faisait tellement bien corps avec le métal, qu'il était difficile de l'en séparer, même en le grattant avec un couteau.

On a fait la même opération sur des pièces de bois, mais celles-ci s'étant fendillées sous l'action successive de la pluie et du soleil, la laque n'a pu suivre ces mouvements et s'est crevassée.

Un volet en bois, peint au moyen d'une couche de laque a présenté de légères crevasses dans les endroits où la couche était mince, mais dans les endroits où la couche était plus forte, celle-ci s'est prêtée au mouvement du bois et ne s'est pas disjointe.

Des murs humides contre lesquels il avait été impossible de faire tenir du crépissage, ont été enduits de laque d'asphalte, et le crépissage qui a été appliqué par dessus a parfaitement bien tenu depuis.

Des murs intérieurs dont l'humidité détachait constamment les papiers de tenture, ont de même été enduits de laque d'asphalte, puis tapissés de nouveau. Depuis cette

époque, les papiers ont parfaitement tenu et l'asphalte n'a laissé aucune mauvaise odeur, comme l'aurait fait, pour des mois et même des années, l'application du goudron.

A la station du chemin de fer à Anvers, un petit mur de clôture avait reçu un couronnement en tuiles creuses posées à bain de mortier : ces tuiles se détachaient avec la plus grande facilité et laissaient alors un vide par lequel l'humidité s'introduisait dans la maçonnerie. On remplaça, sur une certaine étendue, les tuiles par des briques ordinaires, maçonnées à plat, et on recouvrit ces briques d'une couche de laque d'asphalte, qui pouvait avoir tout au plus 2 millimètres d'épaisseur. Après deux étés et un hiver, nous avons constaté que l'assise de briques adhérait très-solidement au reste de la maçonnerie, résultat qui n'avait pas été obtenu avec les tuiles, et que l'enduit de laque ne présentait pas la moindre solution de continuité ni la moindre altération, de manière qu'en somme le mur avait été protégé d'une manière infiniment plus efficace que par le couronnement en tuiles. Il nous a semblé seulement que, comme la surface enduite d'asphalte était inclinée à l'horizon, l'enduit montrait une tendance à couler vers la partie inférieure de cette surface, et qu'en vertu de cette tendance, qui ne se manifeste apparemment que pendant les fortes chaleurs, l'enduit s'amincissait vers le haut du couronnement et s'épaississait vers le bas.

A la même station, on a enduit de laque d'asphalte les rejointoiements en mortier de la toiture en tuiles du petit bâtiment affecté au service du télégraphe électrique. Sous cet enduit, les rejointoiements, qui tiennent ordinairement assez mal sur les toitures, se sont parfaitement conservés.

Il semble résulter de toutes ces expériences que la laque d'asphalte peut être d'un très-bon usage comme enduit préservatif sur les corps qui ne sont pas susceptibles de *travailler,* c'est-à-dire qui ne présentent pas de mouvements relatifs dans leurs parties constitutives ; sur le bois, son emploi est moins efficace, à moins qu'on ne l'applique en couche

assez forte (1 $^1/_2$ à 2 millimètres), cas auquel il paraît que l'enduit peut suivre, jusqu'à un certain point, les mouvements du bois.

Le principal avantage que présente l'emploi des produits asphaltiques consiste dans l'absence d'éléments volatils ou solubles dans l'eau. Sous ce rapport, la laque d'asphalte doit l'emporter sur la peinture à l'huile qu'il est ordinairement nécessaire de renouveler à des intervalles plus ou moins rapprochés, lorsqu'elle est exposée à l'action de l'atmosphère. Le goudronnage présente le même défaut à un plus haut degré, à cause des parties volatiles et solubles qu'il contient; le goudron offre d'ailleurs des caractères d'acidité qui le rendent impropre à plusieurs usages. Les enduits en mortier résistent difficilement aux vicissitudes de l'atmosphère, à moins qu'ils ne soient faits avec beaucoup de soin et avec des matières d'un prix assez élevé.

Le mètre carré de bonne peinture à l'huile à trois couches coûte. . . . . fr. 0,75 à 0,80

Le mètre carré de goudronnage à deux couches coûte	0,25 à 0,30
Le crépissage en mortier ordinaire à deux couches coûte	0,40 à 0,50
L'enduit en mortier de trass coûte . .	1,00 à 2,00
La peinture en laque d'asphalte coûte 30 centimes de matière et environ 8 centimes de main-d'œuvre, ensemble . . .	0,38 à 0,40

3° *L'emploi d'une nouvelle couleur métallique.*

La nouvelle couleur métallique, dont M. Moll ne m'a pas indiqué la composition, est d'une teinte noirâtre et pourrait, d'après l'inventeur, remplacer avantageusement le minium. Le prix du mètre carré en peinture à deux couches s'élèverait à 0^{f}18 et ces deux couches suffiraient pour enduire convenablement les bois et les métaux.

On a déjà fait l'essai de plusieurs peintures métalliques à l'arsenal du chemin de fer à Malines; la couleur Jacquot

entre autres paraît avoir donné des résultats favorables. Il conviendrait, ce nous semble, de faire essayer également à l'arsenal de Malines la couleur de M. Moll, pour la peinture des voitures, des toiles d'impériales, de machines, etc.

CONCLUSIONS.

A l'égard de la peinture métallique, nous proposons que la commission prie M. le ministre d'inviter M. le directeur des chemins de fer à faire procéder à des essais de cette peinture dans les ateliers de l'arsenal de Malines.

A l'égard des applications de l'asphalte, il est évident que cette matière, employée avec discernement, peut rendre de très-grands services, et nous pensons qu'entre autres celles proposées par M. Moll méritent d'être encouragées. A cet effet, nous aimerions que quelque publicité pût être donnée au rapport que la commission des procédés nouveaux est appelée à faire sur ces propositions. L'insertion dans les *Annales des travaux publics* de ce rapport, serait peut-être le moyen le plus efficace d'appeler l'attention des constructeurs sur le parti qu'ils peuvent tirer d'une matière qui n'est pas employée dans notre pays aussi généralement qu'elle pourrait l'être. Ce rapport ferait ainsi suite au travail intéressant que les *Annales* contiennent déjà sur les asphaltes, et qui est dû aux études de M. l'ingénieur Boudin.

Parmi les applications les plus avantageuses qui pourraient être conseillées, figurent l'emploi de l'asphalte en couche horizontale au-dessus des fondations des édifices, l'emploi du goudron minéral ou laque d'asphalte, comme chape de voûte, comme couronnement de murs de clôture, comme enduits sur les rejointoiements des toitures en tuiles, comme enduit préservatif de la rouille sur le fer et la fonte, partout où ces métaux ne sont pas exposés à des chocs ou des frottements, comme enduit contre les murs humides, comme revêtement intérieur de réservoirs, etc.; sur les bois, la même matière, sans être tout-à-fait aussi efficace, rivalise-

rait, dans bien des cas, avec les autres enduits, peintures, goudronnages, etc., surtout quand on donnerait un peu d'épaisseur à la couche. Les bois non sujets à travailler, comme ceux qui se trouvent dans un milieu constamment humide, recevraient parfaitement l'application de l'asphalte; ainsi les planchers des ponts recouverts de sable pour la pose d'un pavage ou d'un chemin de fer, etc., etc.

Quant à la part d'intervention que M. Moll réclamerait dans ces applications, elle n'aurait rien d'exclusif. M. Moll exploite une carrière d'asphalte sur les bords du Rhin. La proximité de cette carrière lui permettrait de fournir l'asphalte à meilleur marché que ne peuvent le faire les sociétés de Seyssel, de Lobsann et du Val-de-Travers, dont les carrières se trouvent en Suisse. Quant aux asphaltes artificiels qui se fabriquent dans le pays, M. Moll pense que ses produits, quoique renfermant également des éléments artificiels, doivent cependant présenter des avantages réels sur les asphaltes purement artificiels, à cause de la forte proportion d'asphalte naturel qui entre dans la composition des premiers.

Du reste, la demande de M. Moll n'a pas directement pour but de proposer l'emploi de ses produits; il désirerait seulement que l'administration approuvât en principe les applications raisonnables de l'asphalte, qu'elle les encourageât autant que possible, et qu'elle en fît usage la première dans ses propres constructions. M. Moll se réserverait la faculté de concourir avec les autres établissements du pays ou de l'étranger pour la fourniture de l'asphalte dont l'État ou les particuliers auraient besoin.

Cette demande nous paraît très-raisonnable, et elle n'engage le gouvernement dans aucune obligation.

Nous proposerons donc à la commission d'émettre l'avis que les diverses applications d'asphalte indiquées par M. Moll peuvent être utiles et peu coûteuses et qu'il convient de les encourager, ne fût-ce qu'à titre d'essai en grand, dans les constructions de l'État.

Anvers, le 29 décembre 1848.

NOTICE

SUR

LES DÉPÔTS MÉTALLIFÈRES

DU NORD DE LA PROVINCE DE NAMUR ;

PAR M. BUCLOUX,

INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES.

Le massif du terrain anthraxifère qui traverse la portion de la province de Namur située au nord des rivières de la Sambre et de la Meuse, renferme un grand nombre de dépôts métalliques.

Les minerais de fer, consistant en limonite (fer oxydé hydraté) et en oligiste oolitique (fer oxidé anhydre), constituent le trait principal de cette richesse minérale. On y trouve aussi des minerais sulfurés (galène et sperkise), qui se lient tellement à ceux de fer, que tous semblent devoir être attribués à une même formation métallifère.

Toutes ces substances, qui peuvent être considérées comme circonscrites par une ligne passant près de *Namur, Zuarlée*, *Temploux*, *Spy*, *Onoz*, *St-Amand*, *Sombreffe, Tongrinne, Mazy, Emine, Marchovelette*, *Houssoy, Vezin*, *Marche-les-Dames* et la *Meuse* jusqu'à Namur, se rattachent à trois

formes distinctes, LES AMAS SUPERFICIELS, les FILONS et les COUCHES; mais ce dernier mode de gisement est, en quelque sorte, exceptionnel et ne s'applique qu'au minerai d'*oligiste oolitique*, qui forme, dans la partie septentrionale de cette contrée, une couche extrêmement étendue, stratifiée dans le système quartzo-schisteux supérieur (M. Dumont).

PREMIER GROUPE D'AMAS FERRUGINEUX. — Les mines de fer exploitées tant au nord-est du plateau de *Ligny*, que sur les communes de *Tongrinne*, *Boignée*, *Balâtre*, *St-Martin* et *Onoz*, composent un groupe étendu appartenant à la première catégorie. Celles de Ligny, sans comparaison, les plus importantes sous le triple rapport de la richesse, de la facilité d'extraction et de la bonne qualité, seront aussi celles sur lesquelles nous nous arrêterons plus particulièrement.

Mines de fer de Ligny. — Les amas exploitables des environs de *Ligny*, au nombre de trente-sept [1], sont disposés suivant une zone sensiblement parallèle à la direction des couches du terrain encaissant et dont la longueur aurait au plus 1540 mètres et la largeur 920 mètres. Ils affectent des formes assez irrégulières et sont plus ou moins rapprochés les uns des autres. La dolomie (du système calcareux supérieur de M. Dumont), dans les dépressions de laquelle ils sont déposés, constitue une grande partie de la contrée, et de celles que nous aurons à examiner plus loin. Le minerai consiste presque uniquement en limonite fragmentaire et concrétionnée, de couleur jaune passant au brunâtre et au brun-rougeâtre. Les parties cohérentes qui se trouvent au milieu des parties terreuses affectent de préférence les formes mamelonnées, géodiques et caverneuses. On y voit aussi des rognons d'hématite fibreuse, disséminés avec quelque abondance

[1] Les principaux gîtes sont connus sous les noms suivants : *n° 1. Gîte de la Vieille Carrière; n° 2. Gîte de la Ste-Face; n° 3. Gîte de la terre aux Pauvres; n° 4. Gîte du Baty-Ste-Barbe; n° 5. Gîte du dessus de la ferme; n° 6. Gîte des Vieux Travaux et du Greffier; n° 7. Gîte de la terre Bartia; n° 8. Gîte d'al Tombe; n° 9. Gîte de Ste-Barbe; n° 10: Gîte de Garion.*

dans le gite de *Ste-Barbe* (n° 9), ainsi que de l'oligiste dont la présence n'est souvent décélée que par la teinte rougeâtre de la poussière. Enfin, on a recueilli, dans ce même gîte, des échantillons de manganèse qui se rapportent aux espèces pyrolucide et acerdèse.

Un quartz jaspé, coloré en rouge par l'oxide de fer, s'y rencontre souvent en blocs épais ou en petites veines alternantes dans la masse du minerai.

Outre ces substances, le *gîte du dessus de la ferme* (n° 5) contient aussi, mais accidentellement, de la galène.

Presque tous ces amas sont recouverts d'une couche puissante de terrains tertiaires. La coupe suivante, prise sur dix points différents, pourra donner une idée de leur nature, de la disposition relative des couches dont ils sont composés, ainsi que de leurs variations d'épaisseur.

N° 1. GÎTE DE LA VIEILLE CARRIÈRE.		N° 2. GÎTE DE LA Ste-FACE.		N° 3. GÎTE DE LA TERRE AUX PIERRES.	
Limon	3.77	Limon	8.41	Limon	2.32
Sable jaunâtre, renfermant quelques cailloux roulés.	2.90	Sable jaunâtre, mélangé de cailloux roulé dits *bouleaux*.	0.29	Sable blanchâtre plus ou moins argileux, mélangé de bouleaux grisâtres.	2.32
Argile plastique blanchâtre	1.45			Sable verdâtre et jaunâtre.	0.87
Argile ferrugineuse, dite terrain de mine. . .	2.32				
Épaisseur totale des terrains de recouvrement.	10.44	TOTAL. . .	8.70	TOTAL. . .	5.51
Minerai.	2.03	Minerai avec fragments de phtanite.	3.48	Minerai.	5.22
Profondeur totale.	12.47	Profondeur totale. . . .	12.18	Profondeur totale. . . .	10.73
N.B. Arrêté au niveau des eaux.		Niveau des eaux, reste peu de mine.		Dolomie à l'état pulvérulent.	

N° 4. GÎTE DU BATY Ste-BARBE.		N° 5. GÎTE DU DESSUS DE LA FERME.		N° 6. GÎTE DU GREFFIER.	
Limon	6.96	Limon	2.90	Limon	8.70
Sable blanc	2.03	Argile plastique noirâtre (dièle)	1.74	Sable jaunâtre	2.03
Sable argileux blanc jaunâtre avec bouleaux .	2.03	Argile ferrugineuse. . .	0.58	Sable blanc jaunâtre, agglutiné et coquillier .	1.74
				Argile plastique blanche, mêlée de sable rougeâtre et de fragments de phtanite. .	0.87
				Argile ferrugineuse renfermant quelques cailloux.	4.35
Épaisseur totale des terrains de recouvrement.	11.02	TOTAL. . .	5.22	TOTAL. . .	17.69
Minerai avec fragments de phtanite gris . . .	5.22	Minerai.	5.80	Minerai.	9.86
Profondeur totale.	16.24	Profondeur totale . . .	11.02	Profondeur totale . . .	27.55
Minerai sous l'eau.		Dolomie. Le gîte renferme accidentellement un peu de galène.		Minerai sous l'eau.	

N° 7. GÎTE DE LA TERRE BARTIA.		N° 8. GÎTE DE LA TOMBE.		N° 9. GÎTE Ste-BARBE.	
Limon	4.35	Limon	5.22	Limon	7.25
Argile plastique jaunâtre et verdâtre.	3.48	Sable verdâtre	2.03	Sable calcarifère, blanchâtre, plus ou moins agglutiné.	3.48
Sable argileux rougeâtre.	0.58	Sable jaunâtre avec fragments de phtanite noirâtre	0.58	Argile plastique, blanc rougeâtre.	0.29
Argile ferrugineuse . .	0.87	Argile ferrugineuse. . .	1.74	Argile ferrugineuse. . .	0.87
Épaisseur totale des terrains de recouvrement.	9.28	TOTAL. .	9.57	TOTAL. .	11.89
Minerai.	5.22	Minerai	5.51	Minerai.	15.66
Profondeur totale.	14.50	Profondeur totale.	15.08	Profondeur totale	27.55
Minerai sous l'eau.		Minerai sous l'eau.		Minerai sous l'eau.	

N° 10. *Gîte de Garion.*

Limon	11.02
Sable verdâtre plus ou moins agglutiné.	1.16
Sable brun jaunâtre ferrugineux.	0.58
Sable grossier calcarifère renfermant des bouleaux	1.45
Argile ferrugineuse	2.90
Épaisseur totale des terrains de recouvrement .	17.11
Minerai.	4.06
Profondeur totale.	21.17

Minerai sous l'eau.

L'ensemble de ces coupes dévoile de l'irrégularité dans la distribution et l'épaisseur de ces diverses couches. On peut, néanmoins, en conclure que la partie immédiatement inférieure au limon, dans les gîtes où l'on rencontre à la fois des sables et des argiles, est constamment occupée par des sables auxquels se mêlent, dans la profondeur, des cailloux roulés, désignés dans la localité sous le nom de *bouleaux*, et dont la proportion semble augmenter à mesure que l'on descend; que ces sables, diversement nuancés, sont ou coquilliers, ou calcarifères, plus ou moins agglutinés, ou complétement à l'état meuble; qu'ensuite viennent les argiles de couleur généralement blanchâtre, jaunâtre, rougeâtre ou brunâtre, dont la nuance est d'autant plus foncée qu'on approche plus du minerai. Ces argiles, en prenant une teinte jaune brunâtre bien prononcée, sont, pour le mineur, l'indice presque certain de la présence de la mine; aussi les comprend-il sous la dénomination générique de *terrain de mine* ou de *pouffage de mine*, par opposition à celui de *pouffage de roche*, que l'on rencontre fréquemment au-dessous du minerai et qui est composé d'un sable dolomitique d'une teinte gris de cendre.

On est surtout frappé de la fréquence des sables mêlés de cailloux roulés (*bouleaux*), qui sont en quelque sorte carac-

téristiques de ces dépôts de minerai de fer, car nous les retrouvons dans toute la zone métallifère qui se prolonge à l'est du plateau de Ligny. On les verra reparaître encore dans les minières du groupe de *Rhisne*, situées dans la même direction générale. Ces cailloux ou *bouleaux*, de forme ovoïde, légèrement aplatie, dépassant quelquefois le volume de la tête, sont composés de quartzite et de grès friable. Ils ont pour couleur dominante le blanc, le jaune verdâtre et le gris noirâtre et sont disposés tantôt en couches horizontales, tantôt en masses irrégulières, tantôt en forme de coin divisant un gîte en deux parties.

La découverte de la mine de fer à *Ligny* remonte à l'année 1829 [1]. Elle ne tarda pas à être suivie d'une impulsion rapide imprimée aux travaux d'exploration ; mais l'exploitation proprement dite [2] du minerai n'acquit réellement de l'importance que vers le milieu de 1836. Favorisée d'ailleurs par la grande activité de la forgerie au coke, elle prit un accroissement très-rapide ; rien que dans l'espace de trois ans, de 1845 à 1847, les quantités extraites se sont élevées à plus de 179,000 tonneaux de 1,000 kilogrammes.

On conçoit facilement, d'après ce qui précède, qu'une tranche exploitable de six à sept mètres en moyenne, ait pu être dépouillée en grande partie et que les travaux soient généralement parvenus, dans un bon nombre de gîtes, à la roche sur laquelle ils reposent ou au niveau des eaux.

Dans cet état de choses, et bien qu'il soit permis d'espérer que les découvertes ne se borneront pas aux trente-sept amas déjà connus, les propriétaires fonciers devront recourir tôt ou tard à l'emploi de machines d'épuisement qui permettront d'extraire sous l'eau et de suppléer aux difficultés que

(1) L'extraction des produits dans cette commune et dans celles dont il sera fait mention ci-après, a lieu au profit des propriétaires du sol.

(2) L'exploitation continuant à se faire par l'ancienne méthode des puits rapprochés, je ne m'arrêterai pas à la décrire. Cette description a d'ailleurs été faite par M. Bouesnel dans une notice insérée dans le tome XXX du *Journal des mines* (pp. 58 et suivantes).

présente aujourd'hui un champ d'exploitation presque exclusivement concentré dans des gîtes fouillés pour la troisième et la quatrième fois.

Si on en excepte les gîtes de la *terre aux pauvres* (n° 3), et *du dessus de la ferme* (n° 5), les huit autres mentionnés plus haut, renferment plus ou moins abondamment de la mine sous l'eau. Celui de *S_{te}-Barbe*, par exemple, par la profondeur à laquelle les travaux sont parvenus (27^{m} 55), par son importance relative et sa position à la jonction des routes de Namur à Fleurus et de Ligny à Denée, est celui qui offre le plus de chances de succès pour l'installation d'un siége d'épuisement à l'aide de machines à vapeur, soit fixes, soit locomobiles. Ces dernières seront peut-être préférées non-seulement à cause de la facilité avec laquelle on peut les transporter d'un gîte à l'autre à peu de frais, mais encore par suite des avantages qu'elles procureraient pour le lavage des minerais en dehors même de leur destination primitive.

Ce lavage a pour but de les débarrasser de l'argile dans laquelle ils sont empâtés ; cette opération s'exécutait autrefois à Pont, situé à une demi-lieue à l'est de la minière, où l'on disposait d'un courant d'eau naturel, mais depuis 1836 il s'effectue sur les lieux d'extraction, afin d'éviter les frais de transport qu'on peut évaluer à franc 1-75 par mètre cube lavé.

Le débourbage sur la minière se fait à l'aide des eaux que l'on extrait de puits enfoncés à cette fin et que l'on rassemble dans les excavations ; des vis d'Archimède, manœuvrées par un seul ouvrier, servent à élever, un peu au-dessus du niveau des réservoirs, l'eau nécessaire à ce lavage. Après avoir enlevé plus ou moins complétement l'argile au minerai, cette eau rentre dans les réservoirs où elle dépose son limon pour servir de nouveau au lavage. Cette opération a l'avantage de recombler, du moins en partie, les excavations que l'on a creusées dans l'exploitation et de diminuer d'autant l'indem-

nité à payer pour occupation et moins value du sol. Tous ces terrains cessent d'être perméables et d'absorber l'eau dès qu'on y a fait arriver une certaine quantité de bourbes de lavage.

On peut évaluer à fr. 8 90 en moyenne le prix de revient des 1000 kilogrammes de minerai sur place. Ce prix se compose des éléments suivants :

Redevance au propriétaire de la surface. . . fr.	3.56
Indemnité pour occupation de terrain.	0.15
Frais d'extraction.	2.90
— de transport aux lavoirs.	0.25
— de lavage.	1.83
— généraux, comprenant les recherches, usure des outils, etc.	0.41
Total. . . . fr.	8.90 (1).

La perte ou lavage varie entre 37 et 40 pour 100.

Huit échantillons recueillis sur les gîtes nos 1 à 9 inclusivement ont été soumis à l'essai par voie sèche. Les résultats obtenus sont consignés ci-après :

ESSAIS DOCIMASTIQUES.

Minerai n° 1.—Échantillon n° 1 provenant du *gîte n° 1 dit de la Vieille Carrière*. Il a été choisi dans un terrain appartenant à la société des carrières de Ligny.

LIMONITE géodique, brun foncé mêlé de brun jaunâtre; cassure inégale ou grossière.

Le minerai perd par calcination 0,1200 de son poids.

Il laisse dans le chloride-hydrique bouillant 0,1678 de son poids de matières insolubles.

(1) Cette évaluation, et celles qui suivent, se rapportent à la fin de 1847, époque où la forgerie se trouvait encore dans un état à peu près normal.

On a soumis à l'essai :

10g minerai cru = minerai calciné.		8,800
On a ajouté 1g605 de carbonate calcique = chaux .		0,903
Total des matières fixes . . .		9,7030
On a obtenu	fonte. . . 4g7720 / scorie . . 2,8135	7,5855
Perte.		2,1175
Oxigène calculé pour former de l'oxide ferrique . .		2,1087
Chaux ajoutée.	0g9030	
Matières vitrifiables du minerai	1,9105	
Matières vitrifiables insolubles dans le chloride hydrique.	1,6780	
Matières vitrifiables solubles dans le chloride hydrique.	0,2325	
Matières vitrifiables solubles dans l'acide acétique	0,1500	
Matières vitrifiables solubles dans le chloride hydrique et insolubles dans l'acide acétique	0,0825	

Le minerai contient donc 47,72 pour cent de fonte et 68,80 d'oxide ferrique.

Fonte blanche truitée, ne s'aplatissant que très peu sous le marteau et se brisant sous un effort moyen.

Scorie vitrifiée, transparente en éclats minces; verdâtre veiné de bleu.

Minerai n° 2. — Échantillon n° 2, recueilli sur le terrain du sieur Anselme Leclercq de Ligny et provenant du *gîte n°* 3 dit *de la terre aux pauvres.*

Limonite fragmentaire, jaune brunâtre; cassure unie.

Le minerai perd par calcination 0,0799 de son poids.

Il laisse dans l'eau régale bouillante 0,1926 de résidu insoluble.

On a soumis à l'essai :

10g de minerai cru = minerai calciné		9g201
On a ajouté 3g002 de carbonate calcique = chaux .		1,690
Total des matières fixes. . . .		10,891
On a obtenu	fonte. . . 5g026 scorie . . 3,628	8,654
Perte due au dégagement de l'oxigène		2,237
Oxigène calculé pour former de l'oxide ferrique . .		2,226
Fondant ajouté	1g690	
Matières vitrifiables du minerai	1,938	
Matières vitrifiables insolubles dans l'eau régale.	1,926	
Matières vitrifiables solubles dans l'eau régale	0,012	

Le minerai contient donc 50,26 pour cent de fonte et 72,52 d'oxide de fer.

La fonte est très-grise, elle s'aplatit beaucoup sous le marteau et ne se brise que par un effort très-considérable.

La scorie est lithoïde, à texture semi cristalline et d'une couleur gris bleuâtre.

Minerai n° 3. — Échantillon n° 3, provenant du *gîte n°* 8 dit *d'al Tombe*, exploité dans un terrain appartenant aux héritiers de Jean-Baptiste Vassart.

LIMONITE fragmentaire; couleur brune mêlée de jaune; texture cloisonnée.

Le minerai perd par calcination 0,0960 de son poids.

Il laisse dans l'eau régale bouillante 0,2038 de résidu insoluble.

On a soumis à l'essai :

10g de minerai cru = minerai calciné		9,040
On a ajouté 3g298 de carbonate calcique = chaux .		1,765
Total des matières fixes. . . .		10,805
On a obtenu . . . . { fonte. . . 4,846 ; scorie . . 3,816 }		8,662
Perte due au dégagement de l'oxigène		2,143
Oxigène calculé pour former de l'oxide ferrique . .		2,142
Fondant ajouté	1g765	
Matières vitrifiables du minerai	2,051	
Matières vitrifiables insolubles dans l'eau régale	2,038	
Matières vitrifiables solubles dans l'eau régale	0,013	

Le minerai contient ainsi 48,46 pour cent de fonte et 69,88 d'oxide de fer.

Fonte très-grise, légèrement truitée, s'aplatissant sous le marteau et ne se brisant que sous un effort considérable.

Scorie vitrifiée, incolore, transparente, entourée d'une couche porcelanisée opaque blanc jaunâtre.

Minerai n° 4. — Échantillon n° 4, provenant du *gîte n°* 7 dit *de la terre Bartia,* exploité par le propriétaire J.-J. Denis, de Ligny.

Limonite géodique, de couleur brun noirâtre ou jaune foncé, à cassure grossière.

Le minerai perd, par calcination, 0,1190 de son poids. Il laisse dans l'eau régale bouillante 0,2811 de son poids de matières insolubles.

On a soumis à l'essai :

10g de minerai cru = minerai calciné	8g810
3g561 de carbonate calcique = chaux	2,005
Total des matières fixes. . . .	10,815

Les résultats de l'essai ont été { fonte. . . 4g1375 / scorie . . 4,8345 }		8,972
Perte.		1,843
Oxigène calculé pour former de l'oxide ferrique . .		1,829
Chaux ajoutée.	2,0050	
Matières vitrifiables du minerai	2,8295	
Matières vitrifiables insolubles dans l'eau régale	2,8110	
Matières vitrifiables solubles dans l'eau régale	0,0185	

Le minerai renferme donc 41,37 pour cent de fonte et 59,60 d'oxide ferrique.

Fonte grise truitée s'aplatissant sous le marteau.

Scorie vitrifiée, transparente; légèrement colorée en violet, entourée d'un enduit opaque.

Minerai n° 5. — Échantillon n° 5, provenant du *gîte n° 5*, dit *du dessus de la ferme*, dans une terre appartenant au sieur J. Dewinter, de Tongrinne.

Limonite fragmentaire, jaune rougeâtre foncé: cassure inégale; très-résistante.

Le minerai perd par calcination 0,0668 de son poids. Il laisse 0,1466 de son poids de matières insolubles dans l'eau régale bouillante.

On a soumis à l'essai :

10g de minerai cru = minerai calciné	9g332
On a ajouté 2g531 de carbonate calcique = chaux .	1,425
Total des matières fixes. . . .	10,7570
On a obtenu . . . . { fonte. . . 5g4175 / scorie . . 2,9230 }	8,3405
Perte.	2,4165

Oxigène calculé pour obtenir de l'oxide ferrique. .		2,3949
Chaux ajoutée.	1g425	
Matières vitrifiables du minerai	1,498	
Matières vitrifiables insolubles dans l'eau régale	1,466	
Matières vitrifiables solubles dans l'eau régale	0,032	

Le minerai contient donc 54-17 pour cent de fonte et 78-11 d'oxide ferrique.

La fonte est très-grise et très-résistante sous le marteau avant de se rompre.

La scorie est vitrifiée et incolore au centre; à la surface elle est lithoïde, opaque et d'une nuance gris bleuâtre.

Minerai n° 6.— Échantillon n° 6, recueilli sur le *gîte n°* 6, dit *des Vieux travaux* ou *du Greffier*, dans une terre appartenant au sieur Norbert Lambert, de Ligny.

Limonite fragmentaire; texture cariée; cassure inégale; couleur brun jaunâtre.

Le minerai perd par calcination 0,0818 de son poids. Il laisse dans l'eau régale bouillante 0,2521 de son poids de résidu insoluble.

On a soumis à l'essai :

10g de minerai cru = minerai calciné.	9g182
On a ajouté 3g597 de carbonate calcique = chaux .	2,025
Total des matières fixes. . . .	11,207
Les résultats de l'essai ont été { fonte. . . 4g603 ; scorie . . 4,554 }	9,157
Perte.	2,050

Oxigène calculé pour former de l'oxide ferrique. . .	2,034
Chaux ajoutée.	2g025
Matières vitrifiables du minerai.	2,529
Matières vitrifiables insolubles dans l'eau régale	2,521
Matières vitrifiables solubles dans l'eau régale	0,008

Le minerai contient ainsi 46,03 pour cent de fonte et 66,37 d'oxide ferrique.

La fonte était truitée et très-grise; elle résistait parfaitement au choc du marteau avant de se rompre.

La scorie était vitrifiée au centre, lithoïde et opaque à la surface; elle était incolore au centre et de couleur gris bleuâtre à la surface.

Minerai n° 7. — Échantillon n° 7, provenant des travaux établis sous la route de Ligny à Denée, dans le *gîte n° 9*, dit *de Ste-Barbe*.

LIMONITE compacte, à texture poudingiforme, à cassure raboteuse et à couleur brun-jaunâtre.

Le minerai perd par calcination 0,0877 de son poids. Il laisse dans l'eau régale bouillante 0,1546 de résidu insoluble.

On a soumis à l'essai :

10g de minerai cru = minerai calciné	9g123
On a ajouté 2g592 de carbonate calcique = chaux .	1,459
Total des matières fixes. . . .	10,582
Les résultats de l'essai ont été { fonte. . . 5g237 ; scorie . . 3,019 }	8,256
Perte.	2,326

Oxigène calculé pour former de l'oxide ferrique . .		2,515
Chaux ajoutée.	1,459	
Matières vitrifiables du minerai	1,560	
Matières vitrifiables insolubles dans l'eau régale	1,546	
Matières vitrifiables solubles dans l'eau régale	0,014	

Le minerai contient donc 52,37 pour cent de fonte et 75,52 d'oxide ferrique.

Fonte grise à surface extérieure blanche et cristalline.

Scorie lithoïde gris bleuâtre.

Minerai n° 8. — Échantillon n° 8, provenant du *gîte n°* 9, dit de *Ste-Barbe*, dans le terrain appartenant au sieur Lebrun, de Ligny.

LIMONITE argileuse, friable; texture grossière; cassure raboteuse; couleur brun foncé et brun rougeâtre.

Le minerai perd par la calcination 0,0726 de son poids.

Il laisse dans l'eau régale bouillante 0.4105 de son poids de matières insolubles.

On a soumis à l'essai :

10g de minerai cru = minerai calciné.		9g274
On a ajouté 4g935 de carbonate calcique = chaux .		2,778
Matières fixes		12,052
On a obtenu	fonte. . . 3g569 scorie . . 6,898	10,467
Perte		1,585
Oxigène calculé pour former de l'oxide ferrique . .		1,577
Chaux ajoutée.	2g778	
Matières vitrifiables du minerai	4,120	
Matières vitrifiables insolubles dans l'eau régale	4,105	
Matières vitrifiables solubles dans l'eau régale	0,015	

Le minerai contient donc 35.69 pour cent de fonte et 51.46 d'oxide ferrique.

Fonte blanche à cassure grenue et serrée; peu résistante.

Scorie opaque vert noirâtre; cassure résineuse.

L'analyse, sur une prise d'essai moyenne de ces huit échantillons, a donné, pour la composition des minerais de Ligny :

Oxide ferrique.	0,6765
Silice	0,1835
Alumine.	0,0260
Eau combinée	0,1107
Traces de chaux	»
Perte.	0,0033
Totaux. . . .	1,0000

Teneur en fer métallique 0.47

Ces minerais concourent, avec ceux de l'Entre-Sambre-et-Meuse, à l'approvisionnement des hauts-fourneaux de Couillet, de Monceau, de Montigny et de Châtelineau, situés dans l'arrondissement de Charleroi, et avec ceux des bords de l'Ourthe, à l'approvisionnement des hauts-fourneaux de Sclessin et de l'Espérance, dans la province de Liége. Le rendement en grand est de 36 pour cent environ en fonte pour les mines jaunes dites les *Roussis*, que l'on extrait particulièrement aux alentours de l'endroit dit *à la Tombe*, et de 37 à 38 pour cent pour les foncées ou *mines brunes*, que l'on exploite le long de la route de Ligny à Denée et au *Bois de Roux*, sur la commune de Tongrinne.

Les premières donnent le fer que l'on désigne dans la commune sous le nom de *fer fort*, tandis que les secondes ne produisent que du *fer métis* dont la qualité *sèche* lui est communiquée, selon toute apparence, par la pyrite de fer qu'elles renferment à l'état de mélange. Au reste, le minerai, à cause

de la forte proportion de silice qu'il contient, doit être traité avec addition de castine, ou avec d'autres minerais accompagnés de parties calcaires.

Mines de fer de Tongrinne. — Les amas exploités à Tongrinne, au nombre de vingt-cinq, sont placés dans des conditions géologiques et de gisement analogues à ceux de la plaine de Ligny. Ils forment, à l'est, le prolongement de ces derniers et occupent une bande infiniment plus étroite, qui s'étend jusqu'à Boignée, sur une longueur de 1080 mètres.

La composition minéralogique du minerai ne diffère de celle dont j'ai donné la définition pour celui de Ligny, que par un aspect plus terreux. La texture de l'hématite s'y rencontre moins fréquemment, et l'argile dans laquelle il est empâté est plus calcarifère.

Les argiles et les sables modernes qui le recouvrent sont, autant qu'il m'a été possible de bien le constater, distribués ainsi qu'il suit :

N° 12. GÎTE DES SIX BONNIERS.		N° 13. GÎTE DES TROIS BONNIERS.		N°s 16 et 17. GÎTES DU BOIS DE ROUX.	
Limon	5m80	Limon	2m03	Limon avec petits cailloux roulés	3m48
Sable verdâtre	1.43	Argile plastique blanchâtre avec veines de sable blanc	4.35	Sables jaunâtres	0.87
Argile bigarrée renfermant des bouleaux	7.85	Argile plastique rougeâtre	0.87	Argiles bleues	0.29
Épaisseur totale des terrains de recouvrement	15.08	Épaisseur totale du mort terrain	7.25	Argile ferrugin. (pouffage)	1.46
Mineral	5.22	Mineral	3.48	Épaisseur totale du mort terrain	5.80
		Argile ferrugin. (pouffage)	0.87	Mineral	4.33
Profondeur totale	20.30	Profondeur totale	11.60	Profondeur totale	10.13
Mineral sous l'eau.		Roche dolomitique.		Roche schisteuse.	

On voit que l'épaisseur moyenne de ces dépôts tertiaires n'est déjà plus que de 9m38 et celle du minerai de 4m35, tandis que nous avions trouvé, pour la minière de Ligny, 10 mètres et 6m20. Cette différence est due à ce que le sol qui renferme la mine, d'ailleurs très-peu accidenté, et qui a pour point culminant le *gîte n° 11* ou *de la campagne des pages,* incline de plus en plus en avançant vers Boignée, où les bancs dolomitiques viennent au jour en plusieurs points.

On peut s'apercevoir aussi, sur la carte [1], que les dimensions des amas, dont le plus puissant est à la hauteur de la campagne des pages vers ouest (n° 12 ou *gîte des six bonniers*), se réduisent progressivement à mesure que l'on avance à l'est. Leur régularité est souvent interrompue aussi, par des masses plus ou moins considérables de dolomie, disposées au milieu du minerai. Les plus riches d'entre eux portent les dénominations suivantes : Gîtes : *de la campagne des pages*, n° 11 ; *des six bonniers,* n° 12; *des trois bonniers*, n° 13 ; *de la terre Pirson,* n° 14; *de la terre Tourneux,* n° 15, et *du bois de Roux,* nos 16 et 17.

L'exploitation de ces amas est postérieure à celle de Ligny ; les travaux y ont été successivement portés aux profondeurs respectives de 17m85, 20m30, 11m50, 17m40, 14m50 et 10m15 pour ceux *du bois de Roux*. Ces derniers, ainsi qu'une partie de celui *de la terre Pirson*, ont pu être exploités à ciel ouvert jusqu'à un certain niveau, passé lequel on y a pénétré par puits et galeries.

La production, pendant les années 1845, 1846 et 1847, a été de 16,560 tonneaux. Cette faible extraction doit être attribuée au degré d'épuisement auquel est arrivée la minière de Tongrinne. Les amas *des six bonniers*, *des trois bonniers* et *de la terre Tourneux* sont les seuls dans lesquels on ait laissé de la mine sous l'eau.

[1] Ces détails ne sont réellement bien saisissables que sur la carte, dressée à l'échelle de 1 à 20,000, que j'ai adressée à M. le ministre des travaux publics. Les gîtes y portent des chiffres et des noms.

Le prix de revient est de fr. 7 80. Il se rapporte à mille kilogrammes de minerai. Nous en donnons le détail ci-dessous :

Redevance au profit du propriétaire du sol. fr.	2 29
Indemnité pour occupation de terrain	0 12
Frais d'extraction.	2 90
— de transport au lavoir	»
— de lavage	2 08
— divers.	0 41
Total. . . . . . fr.	7 80

Le minerai se lavant sur place, le transport au lavoir a été compris dans les frais de lavage ; il perd au moins 40 p. c. en volume dans cette opération.

Il est traité dans les mêmes établissements sydérurgiques que celui de Ligny ; on en obtient des fers de qualités analogues, mais son rendement est un peu plus faible à ce que l'on m'assure.

Les dépôts de limonite, si richement répartis dans les communes de Ligny et de Tongrinne, ne le sont plus autant, à beaucoup près, dans la partie orientale de la bande dolomitique que nous avons décrite précédemment. Ainsi, sur une distance de 4,300 mètres ou de près d'une lieue, depuis l'amas qui suit à l'est celui de la *terre de Tourneux*, jusqu'à celui d'Onoz, qui termine la série des amas de ce premier groupe, on n'en rencontre plus que vingt, disséminés sur toute cette surface, savoir :

Huit sur Boignée,
Huit sur Balâtre,
Trois sur St-Martin,
Un sur St-Martin et Onoz (à la limite des deux communes).

Mines de fer de Boignée.— Considéré dans son ensemble, abstraction faite de la vallée qui le divise, le sol de la com-

mune de Boignée affecte une surface ondulée. Les petits gîtes qui s'y trouvent et que les mineurs nomment *goffées*, n'ont que peu d'importance. Ils sont abandonnés depuis plusieurs années. Celui dans lequel l'exploitation a été la plus productive est placé à 100 mètres à l'ouest de l'église et à 480 mètres du *gite de la terre Tourneux*. Le minerai n'étant recouvert que de vingt-neuf à trente centimètres de limon, on a pu l'extraire en grande partie à ciel ouvert; l'excédant a été enlevé par travaux souterrains qui ont été portés, suivant la position qu'ils occupaient, à 2^{m}90 et à 8^{m}70.

Le minerai en roche ou en *grains*, pour nous servir du terme usité parmi les ouvriers, est fragmentaire, compacte, rubanné à l'intérieur et de couleur brun jaunâtre. La mine *fine*, au contraire, est plus jaunâtre, mais elle est mélangée avec une quantité notable d'argile, qui occasionne quelque fois au lavage une perte d'au moins 66 p. c. La perte moyenne est de 40 p. c.

Deux petits amas, situés au sud de ladite église, dans les propriétés des sieurs Tourneux et Rossomme, ont été l'objet de travaux de courte durée. On y rencontrait la mine à 1^{m}18 et à 1^{m}47 sous la superficie.

Au sud-est de ces derniers, on en trouve cinq autres, agglomérés à gauche du chemin qui conduit de la ferme Philippe à Balâtre. Abandonnés en 1846, à cause de la rareté et de la médiocrité des produits, ils n'ont fourni ensemble que 130 mètres cubes environ de minerai.

On a trouvé un peu de galène dans le gîte renfermé dans le terrain du sieur Lekeu.

Le tonneau de minerai coûte moyennement fr. 8 72 sur la minière.

Les recherches qu'on a faites dans les environs n'ont pas eu de suite.

Dans les endroits où la dolomie vient affleurer, et notamment à droite du chemin qui mène à la ferme susmentionnée, on aperçoit dans cette roche des fissures dirigées irréguliè-

rement et remplies de limonite ou d'argile ferrugineuse. Ces fissures n'ont, en général, qu'une étendue très-limitée en largeur et en profondeur.

Le rendement du minerai de Boignée est de 34 à 36 p. c. en fonte. Le fer qu'on en obtient doit être classé dans la catégorie des métis de bonne qualité.

Mines de fer de Balâtre. — Les dépôts de limonite de Balâtre offrent peu d'intérêt. Plus disséminés que les précédents, ils sont tout aussi superficiels et ne comportent, comme eux, que des travaux de peu de durée. Le seul gîte que je connaisse, dans lequel on ait pénétré souterrainement de 4^{m}50 à 5 mètres, est situé à 560 mètres ouest de l'église de Balâtre; encore faut-il mentionner ici que tout l'affleurement du gîte, qui a été abandonné en 1838, a été exploité autrefois à ciel ouvert.

Soit que le minerai qui provient des amas de Balâtre laisse à désirer sous le rapport de la qualité, soit que les difficultés de transport soient plus grandes qu'ailleurs, toujours est-il que celui qui a été extrait au sud et à l'est de l'église est resté invendu jusqu'à ce jour. On peut voir encore, dans un jardin situé au centre du village, un tas considérable de mine qui a été exploitée très-anciennement, pour compte de M. Jaumenne, maître de forges à Marche-les-Dames.

Les caractères minéralogiques des minerais de Balâtre diffèrent peu de ceux de Boignée. La perte qu'ils subissent au lavage est aussi à peu près la même. Ils sont particulièrement utilisés aux hauts-fourneaux de la société de Châtelineau, et donnent 34 p. c. de fonte. Le fer qu'on en retire est ou *métis* ou *tendre*.

Mines de fer de St-Martin et d'Onoz.—Des quatre amas renfermés dans les communes de *St-Martin* et d'*Onoz*, un seul mérite une mention particulière, c'est celui situé à la limite séparatoire de ces communes formée par le chemin communal de Mazy au four à chaux, autrement dit chemin de Mazy à Velaine. Ce gîte, placé à 330 mètres à l'ouest du château de

Mielmont, est, sans contredit, le plus riche et le plus important de cette localité. Il a été exploité avec beaucoup d'activité, depuis 1836, par différents particuliers et en dernier lieu par M. Champeaux-Chapel, maître de forges, à Charleroy, et par un sieur Matagne, marchand de mines à Ligny.

Dans la partie médiane de l'amas, les travaux de M. Champeaux ont été portés jusqu'à 28m33, profondeur à laquelle on a rencontré la roche dolomitique. Je donne ci-dessous, dans l'ordre de leur superposition, les terrains traversés par les puits :

1° Limon	1m77
2° Argile plastique blanchâtre, mélangée d'argile plastique et de sable rougeâtre	1,16
3° Argile jaunâtre	2,32
4° Sable blanc jaunâtre, plus ou moins aggluttiné, renfermant des fragments de grès de couleur grisâtre	1,16
5° Argile ferrugineuse, avec débris de phtanite noirâtre.	0,68
6° Minerai.	21,24
7° Dolomie.	»
Total.	28m33

Le minerai d'*Onoz* et *St-Martin* est fragmentaire. Il renferme notablement des morceaux à feuillets ondulés. Au contact de la dolomie, il devient géodique et cloisonné, et sa couleur, qui, ordinairement, est jaune grisâtre, passe au brunâtre. Il est coloré quelquefois aussi par de l'argile plastique rougeâtre.

La mine exploitée pour compte de M. Champeaux est lavée sur place. On a creusé, à cet effet, un puits de 46m40 de profondeur, qui a traversé 32m45 de dolomie. Le sieur Matagne, au contraire, fait transporter les produits de ses exploitations à l'écluse de Grogneaux sous Auvelais, où ils sont lavés.

Ce transport a été payé jusqu'à 3 francs par char cubant 7 ½ hectolitres.

Le tonneau de minerai propre à la fusion, coûte moyennement fr. 9 06 sur la minière, savoir :

Redevance au propriétaire du sol.	fr.	3 45
Indemnité pour occupation de terrain.		0 41
Frais d'extraction		2 30
— de transport au lavoir (sont compris dans les frais de lavage).		»
— de lavage		2 30
— divers.		0 60
Total. . . .	fr.	9 06

L'amas d'*Onoz St-Martin* a produit des quantités immenses de minerai. Malheureusement une trop grande concentration de travaux et la précipitation avec laquelle il a été entamé aux deux époques de grande activité de l'industrie sydérurgique (1835 à 1838 et 1845 à 1848) ont causé son appauvrissement anticipé et presque complet. Cet état de choses est d'autant plus regrettable que ce minerai peut être assimilé, pour la qualité, aux *roussis* de Ligny et fournit, comme eux, de très-bons fers.

Il alimente les hauts-fourneaux de Montigny-sur-Sambre (M. Champeaux-Chapel) et ceux de la société anonyme de Châtelineau. Il produit, par le traitement en grand dans ces fourneaux 37 p. c. de fonte.

Namur, le 31 mars 1849.

NOTICE

SUR

LA CONSERVATION DE LA POUDRE DE GUERRE

ET SUR LA CONSTRUCTION DES MAGASINS,

Par M. A. BRIALMONT,

LIEUTENANT DU GÉNIE, ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE MILITAIRE.

L'explosion récente d'un magasin à poudre de la citadelle de Gand, a fait naître, dans beaucoup de villes, des craintes fort exagérées sans doute, mais qui ne sont pas sans fondement; car, si l'autorité militaire a donné aux populations de nombreuses garanties par toutes les mesures qu'elle a prises [1], elle n'est pas encore parvenue à rendre les explosions *impossibles* ou *inoffensives*. Cette circonstance m'engage à publier quelques recherches sur la construction des magasins à poudre, envisagée au point de vue de la sécurité publique: quoique très-imparfaites, ces recherches auront peut-être le mérite d'appeler l'attention des ingénieurs et des savants sur un problème, jusqu'ici fort négligé, et dont la solution, même approximative, serait, je crois, un grand service rendu à l'humanité : je n'y attache pas d'autre importance.

(1) Tout récemment encore le ministre de la guerre a décidé, que chaque magasin à poudre aurait deux clefs, et que nul n'y serait admis sans être accompagné des dépositaires de ces clefs et d'un homme de garde. Cette mesure, jointe aux précautions ordinaires, offre aux habitants des forteresses toute sécurité sous le rapport de la surveillance et de la manipulation des poudres.

I.

ÉTAT DE LA QUESTION.

Pour rendre les magasins à poudre inoffensifs, il faudrait :

Ou supprimer toutes les causes de danger ;

Ou construire les magasins à une grande distance des habitations ;

Ou les diviser en un si grand nombre de petits magasins que l'effet produit par la déflagration de chacun d'eux serait en quelque sorte nul ;

Ou rendre la poudre inexplosible ;

Ou construire des magasins dont l'explosion ne causerait aucuns dommages.

Or, quelque précaution que l'on prenne, il est impossible de supprimer toutes les causes de danger et l'on ne peut pas non plus éloigner les magasins à une assez grande distance ou les faire assez petits pour qu'ils cessent d'être offensifs.

Il ne reste donc qu'à trouver un moyen de rendre les poudres inexplosibles, ou de prévenir, par un autre mode de construction des magasins, le retour de nouveaux désastres.

J'examinerai successivement ces deux points.

PREMIÈRE PARTIE.

CONSERVATION DES POUDRES.

II.

DES MOYENS PROPOSÉS POUR RENDRE LA POUDRE INEXPLOSIBLE.

L'expérience ayant conduit à ce résultat que, la poudre, en masse compacte ou mêlée à une substance étrangère plus fine qu'elle, brûle sans explosion, on a proposé de la con-

server à l'état de galette ou d'emmagasiner séparément ses éléments constitutifs. Mais plusieurs inconvénients graves ont fait rejeter cette méthode : je crois inutile de les signaler.

En 1840, le capitaine d'artillerie Piobert (1), donna comme moyen efficace, de ralentir l'inflammation de la poudre, le mélange de cet agent avec du poussier ou avec l'un de ses composants broyé très-fin. L'explosion est alors transformée en une combustion successive qui n'offre plus, à beaucoup près, les dangers que la poudre présente actuellement dans sa conservation (2). Pour séparer ensuite le poussier, il suffit de tamiser le mélange. Ce procédé est fort simple, mais si le magasin est humide ou si la matière inflammable n'est pas conservée avec le plus grand soin, le poussier au bout de quelque temps s'attache aux grains et rend le tamisage impossible. Or la poudre dans cet état ne peut rendre aucun service et doit être *radoubée*.

Frappé de ce défaut, M. Fadeieff, professeur de chimie à l'école spéciale d'artillerie de St-Pétersbourg, proposa, dans un mémoire lu à l'académie des sciences, le 17 juin 1844, de remplacer le poussier par un mélange de charbon de bois et de graphite (3), mélange qui jouit de l'avantage de produire par le tassement, une masse plus compacte et, par suite, moins inflammable et moins prompte à s'altérer. — L'auteur a pu se convaincre, en effet, par de nombreuses expériences, qu'un baril de 50 kilogrammes préparé de cette manière brûle de 67 à 75 secondes, sans projection ni commotion, et absorbe quatre fois moins d'humidité que la poudre seule. Ces résultats seraient fort remarquables si, à la

(1) Voir son mémoire présenté à l'Institut, le 24 février 1840.

(2) La vitesse de combustion de ces mélanges, n'est que de $0^{m}018$ à $0^{m}30$ par seconde, suivant que la matière est tassée ou ne l'est pas.

(3) Ce mélange se compose d'un volume de charbon et d'un volume de graphite. — Un baril de 50 kilog, préparé de cette manière, contient 33 kilog. de poudre. On tasse le mélange à l'aide d'un refouloir et d'un maillet pesant 4 1/2 kilogrammes.

longue, le graphite n'adhérait pas à la surface des grains et si une partie de la poudre n'était écrasée dans l'opération du tassement.

Comme je ne vois pas la possibilité de faire disparaitre ces inconvénients, par l'addition d'une autre substance, il me semble que le problème doit être posé dorénavant dans les termes que voici :

Au lieu de rendre la poudre inexplosible en la mêlant à des corps étrangers, d'un emploi difficile et pernicieux, *chercher un moyen de la soustraire à l'action du feu par un corps enveloppant ou de rendre les magasins inoffensifs par un nouveau mode de construction.*

J'exposerai en peu de mots les résultats auxquels je suis parvenu en suivant cette double voie :

Premier moyen de conservation des poudres.

Au fond d'un bac en tôle et sur une couche de sable quartzeux convenablement lavé et séché, on pose les barils debout, l'un à côté de l'autre. On remplit leurs intervalles de sable, après quoi on dispose de la même manière un second lit sur le premier. Enfin, sur le dernier lit, on étend une couche d'un pied d'épaisseur, après quoi on ferme exactement le couvercle. La poudre ainsi emmagasinée, sera non-seulement à l'abri du feu, mais à l'abri de l'humidité, ce qui permettra de la conserver intacte jusqu'au moment de s'en servir [1].

Ce procédé, si l'expérience répond à mes prévisions, aura l'avantage de produire une sécurité presque absolue (en soustrayant les barils à l'action directe du feu, et en supprimant les remuages et autres opérations dangereuses), et de réaliser une économie notable (par la suppression des frais d'entretien et de renouvellement de la poudre).

[1] Pour faciliter l'extraction des barils, on les fera, de préférence, cylindriques ou coniques, et l'on attachera, à chacun d'eux, une anse en corde; mais cette précaution n'est pas indispensable.

Je crois même qu'une caisse ainsi préparée pourrait être soumise pendant quelque temps à l'action des flammes sans faire explosion, car le sable quartzeux conduit mal la chaleur et n'a qu'un faible pouvoir rayonnant.

Enfin, ce mode de conservation peut être appliqué sans grande dépense (1) aux magasins existants et convient également à la poudre libre et aux munitions confectionnées.

Deuxième moyen de conservation.

On dépose la matière inflammable dans des silos de tôle hermétiquement fermés :

Chaque silo est formé de six anneaux de tôle de 0m65 de hauteur et de 2 mètres de diamètre (2), emboîtés l'un dans l'autre et solidement réunis ensemble. Les deux premiers ont 0m003 d'épaisseur, les deux suivants ont 0m004, et les deux derniers 0m005. Après la partie cylindrique vient une partie conique de 1m30 de hauteur terminée par un robinet en cuivre ayant 0m15 d'ouverture. Pour diminuer la chaleur produite par le frottement, le corps de ce robinet est recouvert d'une lame de plomb (3). On le manœuvre au moyen d'une clef. Le silo est fermé par un couvercle ordinaire (4). Enfin, à l'intérieur se trouve un tube de 3 à 4 centimètres d'ouverture

(1) Il serait difficile de trouver une substance qui jouît au même degré que le sable, de la propriété d'être peu coûteuse, facile à tasser, non hygrométrique et non combustible.

(2) Je regarde ces dimensions comme les plus avantageuses. Il conviendra cependant de faire une série d'expériences pour observer la hauteur *maxima* à laquelle on peut élever la poudre dans les tubes sans produire l'écrasement des grains à leur passage dans le robinet.

(3) Des expériences faites avec beaucoup de soin ont prouvé que le choc de toute espèce de métaux l'un contre l'autre, et même du plomb contre le bois, produit des étincelles ; mais ce choc doit avoir lieu dans des conditions qui ne se présentent jamais dans le mouvement d'un robinet. Il n'y a donc rien à craindre de l'emploi de cet appareil.

(4) L'expérience a prouvé que cette fermeture est plus rigoureuse que celle que l'on obtient avec des couvercles boulonnés, entre les rebords desquels on serre des plaques de plomb enduites de minium.

qui part du robinet et s'arrête à quelques centimètres du bord supérieur. Ce tube est destiné à favoriser l'écoulement de la poudre en maintenant constamment l'air du silo à la pression atmosphérique ([1]).

L'appareil que je viens de décrire repose, par l'intermédiaire d'une boîte conique, sur six colonnes de fonte ([2]), (fig. 10) ou directement sur un système de corbeaux engagés dans les murs du magasin (fig. 11).

Chargement. — On introduit la poudre convenablement séchée ([3]), par le haut du cylindre, après avoir enduit ses parois intérieures d'une couche de bitume ou de plusieurs couches de plombagine ([4]). On ferme ensuite le couvercle dont on bouche soigneusement tous les interstices avec du mastic de fonte; enfin, pour empêcher l'introduction de l'air humide par le robinet, ou l'oxidation des surfaces en contact, on enveloppe la partie inférieure de l'appareil d'une coiffe de métal très-mince, repliée suivant l'anneau *n* (Fig. 12) et fixée au corps du cylindre par l'intermédiaire d'un bourrelet de mastic *b*. Cette coiffe n'est enlevée qu'au moment où l'on doit extraire la poudre.

Avantages des silos. — Les silos construits et disposés de cette manière jouissent de plusieurs avantages :

1° Ils garantissent la poudre du contact de l'air, ou, en d'autres termes, lui assurent une conservation indéfinie ([5]).

2° Ils la préservent aussi, jusqu'à un certain point, du feu,

([1]) Les tampons ou les vis dont les mécaniciens se servent pour obtenir le même résultat, sont d'un usage moins facile et produisent une fermeture moins hermétique.

([2]) On conçoit aisément que ces colonnes doivent être assez espacées pour donner passage à un baril.

([3]) La poudre la plus sèche contient toujours $1/_{150}$ d'eau; mais cette partie s'y trouve, pour ainsi dire, à l'état combiné, de sorte qu'elle n'agit pas comme agent destructeur.

([4]) Sans cette précaution la poudre transformerait à la longue le silo en un sulfure cassant.

([5]) On a extrait de bombes chargées depuis 100 ans, de la poudre qui n'avait perdu aucune de ses propriétés, et l'on montre encore à Paris des cartouches qui datent de Louis XIV.

puisqu'il faut une température très-élevée pour faire détonner la matière inflammable dans un vase métallique entièrement clos.

3° Ils permettent de conserver la poudre dans toute espèce de locaux, sans remuages ni radoubages, c'est-à-dire sans main d'œuvre, sans dépense et presque sans danger (1).

4° Enfin, ils offrent un mode d'emmagasinement très-économique, puisqu'un silo pouvant contenir 10,000 kilogrammes de poudre ne coûte que 600 francs, tandis que 200 barils de 50 kilog. coûtent, au *minimum*, 1,100 francs.

Les silos, toutefois, ne jouiront de ces divers avantages qu'à la condition de pouvoir être abandonnés à eux-mêmes pendant plusieurs années; car, si on les employait à la conservation de la poudre nécessaire aux besoins journaliers de la troupe, il s'y introduirait bientôt assez d'humidité pour que les grains se prissent en grumeaux. C'est du moins l'inconvénient que présentent les bacs en tôle établis dans quelques-uns de nos magasins, et qui, soit dit en passant, n'ont aucune analogie avec le système que je propose.

Disposition des silos. — On peut établir les silos dans toute espèce de magasins, dans des voûtes en décharge et même dans des galeries de mine, ce qui permet de les appliquer sans grande dépense à la plupart de nos forteresses. — De préférence cependant, on les établira dans des magasins neufs, appropriés à cet usage, et disposés comme suit :

1er Cas. *Si l'enceinte a des bastions pleins dont la ligne de feu soit à plus de 8 mètres au-dessus du niveau des sources*, on construira au centre d'un de ces bastions (fig. 9 et 10), une tranchée, revêtue en maçonnerie, de 4m50 de largeur, de 6m50 de profondeur, et d'une longueur proportionnée à l'importance du magasin. Cette tranchée communiquera, à l'aide d'une poterne de 2m50 de hauteur et de 1m50 de largeur, avec la rue du rempart.

(1) C'est en effet l'opération du remuage qui a causé le plus d'accidents aux fabriques et aux magasins à poudre.

En supposant que le magasin doive contenir 80,000 kilog. de poudre, comme les grands dépôts de siége, on le composera de six tubes de 2 mètres de diamètre et de 5m50 de hauteur; ces tubes seront à 75 centimètres l'un de l'autre et précédés d'un corridor suffisamment large pour assurer le service des poudres; enfin la partie au-dessus du sol se composera de deux pignons et de deux murs d'un mètre d'épaisseur et de 2m30 de hauteur, percés de creneaux et destinés à recevoir, en temps de paix, une toiture légère, en temps de siége, un blindage à l'abri de la bombe.

2e Cas. *Si la place, sans avoir des bastions pleins, offre néanmoins des parties assez élevées pour qu'on y puisse creuser à 6 ou 7 mètres de profondeur sans rencontrer l'eau,* on établira une tranchée, semblable à la précédente, dans l'un des ouvrages de l'enceinte capitale. Seulement, au lieu d'y arriver de plein-pied par une galerie débouchant au niveau de la ville, on y arrivera à l'aide d'une poterne inclinée ou d'un puits assez large pour contenir un système d'échelles ou du moins un treuil (fig. 11). Je n'entre pas dans d'autres détails, les plans ci-joints étant suffisamment exacts pour les faire connaître.

3e Cas. *Si la place ne présente ni bastions pleins, ni terrains secs, on établira le magasin au niveau du sol,* en se conformant aux règles indiquées ci-dessous.

Comparaison des magasins à silos avec les magasins ordinaires. — Si l'on compare ces divers magasins aux magasins ordinaires pouvant contenir la même quantité de poudre et représentés par la figure n° 2, on trouve :

1° Qu'ils ont moins de hauteur au-dessus du sol, ce qui permet de les défiler, dans tous les cas possibles ;

2° Qu'ils peuvent être construits dans des ouvrages pleins, tandis que les magasins ordinaires doivent être forcément établis à l'intérieur des villes ;

3° Qu'ils occupent moins d'espace et qu'ils sont suscepti-

bles de prendre les formes les plus variées, suivant la nature des terrains et des emplacements ;

4° Qu'ils coûtent moins cher (¹) ;

5° Qu'ils peuvent être établis sans inconvénients dans des terrains légèrement imprégnés d'eau ;

6° Qu'ils sont d'un entretien plus facile et plus économique ;

7° Enfin, qu'ils peuvent sauter sans danger pour la ville.

Ce dernier avantage, le plus remarquable de tous, provient de ce que les poudres, dans des magasins enterrés, se trouvent à peu près dans les conditions d'un fourneau de mine, et que dès lors l'action horizontale des gaz est détruite par la résistance et la perméabilité des terres (²), tandis que leur action verticale, la seule qui se manifeste au dehors, se borne à la projection des matériaux compris dans l'entonnoir d'explosion ; or ce dernier effet, comme nous le verrons bientôt, est le moins dangereux de tous ceux qui accompagnent la déflagration des magasins à poudre, et, pour le rendre moins sensible encore, je propose de couvrir les silos, en temps de paix, d'une toiture très-faible, composée de lames de tôle gauffrée (³), et de diminuer, autant que possible, l'épaisseur des parois du magasin, en faisant usage d'un système d'ancres convenablement disposé (⁴).

Comparaison du système des silos et du système des caisses à sable. — En résumé, les deux systèmes de conservation

(¹) En effet s'ils exigent un peu plus de maçonnerie, d'un autre côté, ils permettent de supprimer deux planchers et plusieurs détails indispensables aux magasins à barils.

(²) L'action qui s'exercera par la poterne sera relativement très-faible, et d'autant plus faible que la section du passage aura moins de surface.

(³) Ces lames qui se soutiennent d'elles-mêmes par l'effet de leur courbure sont fréquemment employées en Angleterre. Elles sont aussi très-favorables à l'établissement des paratonnerres.

(⁴) La toiture en tôle, offrant peu de résistance, a l'avantage de diminuer, en cas d'explosion, l'élasticité des gaz ; et les ancres en fer permettent de réaliser une économie notable en diminuant de plus de moitié l'épaisseur des maçonneries.

des poudres que je viens d'exposer, offrent de grands avantages, à côté d'un petit nombre d'inconvénients, qui rendront tantôt l'un, tantôt l'autre préférable, suivant les circonstances et les lieux. Ainsi, le premier conviendra plus particulièrement aux petits magasins et à ceux qui renferment les approvisionnements ordinaires ou les munitions confectionnées; tandis que le second sera d'un usage plus avantageux dans les magasins neufs et dans les grands dépôts de siége. Mais avant de rien préciser à cet égard, j'attendrai qu'une discussion plus approfondie ou des expériences concluantes, aient fait connaître les avantages et les inconvénients de mes propositions (1).

DEUXIÈME PARTIE.

CONSTRUCTION DES MAGASINS.

III.

COMPARAISON DES EFFETS PRODUITS PAR L'EXPLOSION DE DIFFÉRENTS MAGASINS.

Le 12 janvier 1807, l'explosion d'un bateau chargé d'environ 37,000 livres de poudre (18,093k) détruisit une grande partie de la ville de Leyde.

Le 29 janvier 1849, un magasin contenant environ 10,000 kilogrammes de poudre, fit explosion dans la citadelle de Gand, et les habitations voisines eurent à peine quelques vitres brisées.

L'examen des effets qui ont signalé ces deux explosions, si différentes par leurs résultats, nous mènera à la connaissance des véritables règles à suivre dans la construction des magasins à poudre pour sauvegarder la vie et les propriétés des citoyens.

(1) Ces expériences ne seraient ni bien difficiles à faire ni bien onéreuses; il est aisé de s'en rendre compte.

IV.

Le bateau contenant les 37,000 livres de poudre, se trouvait amarré non loin de la rivière, dans un canal bordé de maisons (¹). Il fit explosion, le 12 janvier au milieu du jour, par un temps calme. La commotion se fit sentir jusqu'à Utrecht (²). Dégâts immenses : plus de 150 personnes trouvèrent la mort sous les décombres et toutes les maisons de la ville furent plus ou moins endommagées. Le professeur Van Meerten, qui se rendit sur les lieux le lendemain du sinistre, observa que l'eau projetée à une grande distance du Rapenburg avait communiqué aux objets un goût de salpêtre très-prononcé. (D'après lui, 17,000 livres de matière inflammable furent ainsi répandues). Il observa, en outre, que le phénomène de l'explosion avait produit un double mouvement atmosphérique. D'abord, l'air avait été chassé avec une violence extrême dans toutes les directions par les gaz de la poudre; puis l'espace raréfié, occupé par ces derniers, s'était rempli de fluide élastique, ce qui avait déterminé un courant assez fort pour renverser des pans de mur que la commotion directe avait seulement ébranlés (³).

Le même effet s'est produit à Gand et se produira dans tous les cas semblables, avec une intensité proportionnelle à la violence de l'explosion (⁴).

(¹) Il se trouvait au moment de l'explosion dans le Rapenburg, à l'endroit appelé *Steen-Schuur*. Les maisons établies le long de ce canal et quelques habitations voisines, au nombre de deux cents, furent entièrement détruites; cent autres furent rendues inhabitables, et trois cents considérablement endommagées. Le nombre des victimes, constatées les treize premiers jours, s'élevait à 128, mais les jours suivants on en retira encore plusieurs de dessous les décombres; après l'explosion, quelques incendies se déclarèrent.

La poudre était renfermée dans 150 barils.

(²) *Van Meerten :* Verhandeling over de ontploffing van het buskruid (La Haye 1807.)

(³) Cette raréfaction explique, que dans les maisons restées debout, les fenêtres et les portes d'armoires s'ouvrirent immédiatement après la commotion, et que des globes de pendules et des bouchons de carafes furent projetés verticalement.

(⁴) La théorie des gaz explique fort bien ce phénomène.

Prenons pour exemple la détonation d'un fusil. L'air dans la direction de la

V.

EXPLOSION DU MAGASIN DANS LE FLANC GAUCHE DU BASTION Nº 5 DE LA CITADELLE DE GAND.

Le flanc droit du bastion nº 5, disposé en magasin provisoire, renfermait :

100,000	cartouches à balles,	pour fusil d'infant.	à	11 gr.
700,000	—	—	—	à $9\frac{1}{2}$
60,000	—	en blanc,	—	à 7 gr.
16,000	—	—	pour mousqueton,	à 4 —
91,000	—	à balles, pour pistolet,		à $4\frac{1}{2}$

1,592 cartouches à boulets et pour obusiers,
59,000 étoupilles,
7,100 lances à feu,
6,400 morceaux de mèche de communication,
.... balles à éclairer et à incendie.

Ces diverses munitions contenant environ 10,000 kilogrammes de poudre, étaient renfermées, en partie, dans des barils, en partie, dans des coffres de rempart, et disposées de la manière suivante : (Voir fig. 1.)

Dans la cave à canons nº 2 (²), il y avait treize barils de goudron, et plusieurs coffres avec des balles à éclairer et des boulets incendiaires;

Dans la cave nº 3, à droite du passage : les mèches de communication, les étoupilles et les lances à feu; à gauche : la presque totalité des cartouches pour obusiers et canons;

ligne de tir est fortement percuté : il y a par suite déplacement d'une colonne de fluide élastique et formation d'espace raréfié. Cet espace est envahi aussitôt par les couches d'air non ébranlées qui se trouvent en arrière et sur le côté de la colonne déplacée, et le mouvement de précipitation se détermine. Les choses se passent absolument de la même manière dans tous les autres cas d'explosion.

(²) Dans la cave nº 1, il n'y avait qu'une pièce de 6 sur son affût.

Dans la voûte n° 4, à droite : 91,000 cartouches à balles de pistolet, et 11,620 cartouches de mousqueton ; à gauche : 100,000 cartouches à balles et 60,000 en blanc, pour fusil d'infanterie ;

Enfin, *dans la 5e voûte*, il y avait 700,000 cartouches d'infanterie et le restant des munitions détaillées ci-dessus. Cette voûte, à elle seule, contenait donc, à peu près, 7,000 kilogrammes de poudre.

Le magasin d'approvisionnement *M* ne renfermait que 27,000 tourteaux goudronnés.

C'est dans la cinquième voûte que, suivant toute apparence, le feu s'est déclaré.

Voici maintenant les principaux effets de l'explosion, constatés sur les lieux mêmes.

Les murs de masque de la voûte n° 5, cédant à l'action des premiers gaz développés, ont été projetés à droite et à gauche, dans la direction de l'axe du berceau, mais leurs débris n'ont pu franchir la crête du bastion n° 5, ni le chemin couvert du front 5-1 ; quelques briques seulement ont dépassé ces obstacles et sont venues tomber à 300 mètres de là [1].

Les gaz ont projeté, en même temps, avec une faible vitesse, la culée *AP*, contre le magasin *M* [2], et renversé *AP'*, en la faisant tourner sur ses fondations. Ils ont produit, dans les autres caves à canons, des effets analogues, mais de plus en plus faibles : ainsi, les débris provenant de la première et de la deuxième voûte n'ont été projetés qu'à une petite distance ; les murs de masque *a* et *a'* existent même encore sur 2 à 3 mètres de hauteur, à partir du fossé.

Quant aux pieds-droits, ils ont été simplement désagrégés et inclinés du côté de l'angle d'épaule en pivotant sur leurs

[1] Ce fait n'a pu se produire que sur la gauche, où une partie de parapet avait été déblayée pour la réparation du magasin à poudre correspondant à M.

[2] Ce magasin, qui contenait une grande quantité de poudre, a été préservé par les terres du parapet et les débris de la culée AP de la cave à canons.

fondations (¹); les voûtes se sont écroulées, *sans projection de matériaux*, et les terres du rempart ont formé, en s'affaissant, une brèche praticable.

Le pied-droit *cc* est resté debout après l'explosion; mais, par suite du mouvement qu'il a fait, la voûte n° 1 s'est fortement lézardée aux rèins et suivant la génératrice supérieure du berceau.

Le mur *d* a été projeté contre la culée *D*; la cloison *e* a été simplement désagrégée; enfin, la colonne de gaz, en traversant la poterne, a détaché les petites parties de chaîne *ss*, qui formaient saillie en dedans.

Le fluide a pénétré aussi dans les logements situés à droite et à gauche de cette poterne : plusieurs portes ont été rompues; le plancher de la salle *g* a été soulevé; les meubles et les fenêtres des salles *f, g, h, j, k, l* ont été pulvérisés; enfin, dans les salles voisines, il n'y a eu que des carreaux de vitre brisés.

Sauf ces dégâts de peu d'importance, toutes les maçonneries en arrière de la première voûte sont restées dans le meilleur état de conservation. De ce fait et du renversement sans projection des culées *AP AP'*, on peut conclure que l'action des gaz, dans le sens de la poterne, a été très-faible (²).

J'ai observé, en outre, que les maisons situées à gauche, dans le prolongement des voûtes, et sur un terrain, à 18 mètres au-dessous de la crête du bastion n° 5, n'ont eu leurs vitres brisées qu'à une distance *maxima* de 250 à 300 mètres, tandis qu'à droite, où le terrain n'est qu'à 3 mètres au-dessous de la crête du chemin couvert, des

(¹) Le pied-droit de la 5ᵉ voûte est seul incliné dans une direction contraire. Les gaz n'ont pas agi avec assez de force contre les autres pour vaincre la poussée horizontale des voûtes. Ils fussent donc restés debout si la culée ne s'était pas renversée.

(²) En effet, vis-à-vis de la poterne, dans l'intérieur de la citadelle, se trouve un hangar dont les vitres n'ont pas même été brisées, tandis qu'à droite, suivant le prolongement de la 5ᵉ voûte, et dans des conditions moins avantageuses, des carreaux ont été détruits à une distance sextuple de celle-là (500ᵐ).

vitres ont été brisées a plus de 500 mètres. En dehors de cette direction, il n'y a pas eu d'effets semblables, excepté ça et là, dans la direction du vent.

Ces diverses remarques peuvent se résumer ainsi :

1° Aucuns matériaux n'ont été projetés verticalement, et l'action des gaz a été beaucoup plus faible dans le sens du passage que dans le sens de l'axe des voûtes.

2° Les rouleaux, les chapes, les culées et les pieds-droits se sont simplement affaissés (1) : les murs de masque seuls ont été projetés.

3° La force de projection de ces derniers, très-considérable pour la voûte où le feu s'est déclaré en premier lieu, a diminué sensiblement dans les voûtes suivantes, à tel point qu'on trouve, au pied de la brèche, une masse de petits matériaux qui n'ont dû être animés, à leur sortie du magasin, que d'une très-faible vitesse.

4° La colonne d'air déplacée par le choc des gaz n'a pas exercé d'effet sensible latéralement, c'est-à-dire à droite et à gauche, au-dessous et au-dessus de l'axe des voûtes.

VI.

EFFET MÉCANIQUE PRODUIT PAR LA COMBUSTION DE LA POUDRE.

Les effets mécaniques de la poudre sont dus aux gaz développés dans sa combustion; ces gaz, dont le volume, à la température ordinaire, est de 450 fois le volume de la poudre (2) acquièrent, à la température énorme où ils se pro-

(1) Les gros blocs qu'on trouve au pied de la brèche, dans le fossé capital, ont été entraînés par la chute du parapet, ou lancés à une distance de dix mètres au plus.

(2) En supposant que la réaction soit complète, et que le baromètre marque 0^m76, la poudre, à dosage théorique, donne 329 litres de gaz permanents à la température de 0°, et sous la pression de 0^m76. Robins, Saluces et Proust, ont trouvé respectivement 244, 266 et 370 litres. Enfin, Gay-Lussac, dans une expérience faite avec beaucoup de soins, est arrivé au résultat suivant :

Acide carbonique	238	litres.
Oxide de carbone	22,5	»
Azote	189	»
Total	449,5	litres.

duisent, une force élastique de plusieurs milliers d'atmosphères (¹). Ils agissent alors, soit directement, sur les obstacles rapprochés, soit indirectement, sur les obstacles éloignés, par la force vive qu'ils impriment aux couches d'air exposées à leur action. A défaut d'un point de départ exact (la température des gaz), il est impossible de calculer *a priori* l'effet qu'exercera l'explosion d'un magasin à poudre sur un objet désigné. Tout ce qu'on peut dire à cet égard, c'est que la colonne d'air chassée par les gaz, à la façon d'un projectile, doit, pour un même intervalle parcouru, perdre une quantité d'action beaucoup plus grande que ne ferait un

(¹) La force motrice des gaz ne peut se déterminer qu'approximativement puisqu'elle dépend de leur volume, sous une pression donnée, et de leur température : deux éléments fort contestés, le dernier surtout. Quelques auteurs l'estiment à 1000., d'autres à 2,000, d'autres encore, et Piobert est de ce nombre, à 2.400°. C'est ce dernier chiffre que j'admettrai, puisqu'il repose sur des expériences directes et convenablement exécutées.

Cela posé, à 2,400°, le gaz occupe par litre de matière inflammable, un espace de 449,5 (1 × 2400 × 0,00375) ou de 4495 décimètres cubes.

Or, d'après la loi de Mariotte, pour ramener cette masse de gaz au volume primitif de la poudre, qui est de $^5/_8$ de litre (attendu que les $^5/_8$ seulement de la matière sont réduits en gaz), il faut dépenser une force de $^5/_8$ (4495) ou de 7,500 atmosphères environ. C'est la véritable force élastique de la poudre, en supposant que sa combustion entière ait lieu dans l'espace même qu'elle occupe, et qu'on ne tienne pas compte de la volatilisation de l'eau et des produits solides qui se forment. Mais comme la poudre la plus sèche contient toujours un centième d'eau, et que les produits solides de sa décomposition passent nécessairement à l'état de fluide élastique, lorsque la température s'élève à 2,400°, cette force doit être en réalité bien plus considérable. Et, en effet, Rumfort a trouvé, par une suite d'expériences bien dirigées, que la tension réelle des gaz, lorsque la combustion de la poudre a lieu dans l'espace qu'elle occupe, est de 100,000 atmosphères ; ce cas ne se présente jamais dans la pratique, et c'est pourquoi l'on regarde la tension de 7500 atmosphères comme la dernière limite que les gaz puissent atteindre dans les projectiles creux et dans les mines. En dehors de ces cas spéciaux leur tension est beaucoup moins élevée, parce que l'obstacle cède devant les premiers gaz développés, et produit de la sorte un grand abaissement de température. Aussi Poisson estime-t'il à 800 atmosphères seulement la pression moyenne du gaz sur le boulet dans l'âme du canon. Cependant, si l'on en juge par certains résultats que j'ai pu constater, celle qui se produit dans l'explosion d'un magasin doit être plus forte ; quoi qu'il en soit, dans l'état actuel de nos connaissances, il serait impossible de déterminer rigoureusement cette pression, même pour un magasin et pour une quantité de poudre parfaitement connus.

corps solide. Et cette perte, dans l'état actuel de nos connaissances, n'est pas susceptible d'une estimation rigoureuse, en supposant même que l'on connût exactement la vitesse initiale des premières couches d'air ébranlées.

Il ne faut pas confondre ici l'effet mécanique des gaz avec la commotion qu'ils produisent en détonnant : l'un est le résultat du déplacement d'une colonne d'air, par suite de la percussion des gaz, et l'autre, l'effet des vibrations produites par cette percussion. Les ondes sonores auxquelles ce dernier mouvement donne lieu, agissent dans tous les sens, avec une intensité sensiblement égale, tandis que l'action mécanique des gaz, à moins que la masse de poudre ne s'enflamme à l'air ou dans un vase d'égale résistance, s'exerce principalement dans la direction qu'ils prennent à l'origine de la combustion, ou, en d'autres termes, dans la direction des lignes de moindre résistance du magasin.

Le premier de ces mouvements est beaucoup plus sensible que le second : ainsi, à la citadelle de Gand, les ondes sonores ont détruit seulement les fenêtres voisines du magasin, tandis que la colonne d'air ébranlée, dans la direction des voûtes, a brisé les carreaux de vitre à plus de 500 mètres de distance.

Les lois de la physique démontrent que l'action des gaz augmente avec leur température ; et celle-ci dépend :

1° De l'espace dans lequel la combustion s'opère;

2° De la quantité de poudre comburée;

3° De la rapidité de combustion.

En effet l'on constate :

Que plus l'espace dans lequel la déflagration a lieu est petit, plus la tension des gaz est considérable, c'est-à-dire : *que plus un magasin est grand, par rapport à la quantité de poudre qu'il renferme (ou, ce qui revient au même, plus ses parois sont minces), plus les effets de l'explosion sont faibles.*

Que la température de la combustion augmente avec le volume de la poudre : *qu'il est par conséquent plus avantageux, toutes*

choses restant les mêmes, d'avoir plusieurs petits magasins qu'un seul grand dépôt (1).

Que la température des gaz a pour troisième facteur, la rapidité de combustion de la poudre; c'est-à-dire que *de deux magasins identiques et renfermant la même quantité de matière inflammable, celui où la poudre mettra le plus de temps à se comburer sera le moins dangereux*. Or, comme ce temps augmente à raison de la difficulté que les gaz éprouvent dans leur trajet (2), il sera convenable d'entasser ou de disposer la poudre de manière qu'ils circulent difficilement d'un point à l'autre du magasin.

VII.

COMPARAISON DES EFFETS PRODUITS PAR LES EXPLOSIONS DE GAND ET DE LEYDE.

Les considérations qui précèdent nous permettent d'expliquer la différence des effets produits par les explosions de Leyde et de Gand.

Le bateau de Leyde se trouvait au niveau de la ville, et

(1) D'après Hutton, les carrés des vitesses initiales sont, pour une même pièce, dans le rapport des charges, en supposant que toute la poudre s'enflamme. Mais l'expérience fait voir que cette supposition n'est pas admissible. Il y a toujours après l'explosion une quantité de poudre non comburée, laquelle augmente avec la charge. Si donc les fortes charges produisent une température supérieure, d'un autre côté, elles donnent lieu à une plus grande perte de matière inflammable, ce qui établit une sorte de compensation.

(2) La pression atmosphérique et la température de l'air ambiant exercent sur la rapidité de combustion de la poudre, une influence trop faible pour qu'il soit nécessaire d'en tenir compte.

Une influence plus forte est attribuée à la combustion plus ou moins rapide des grains, ou, en d'autres termes, à leur densité, à leur lissage et à leur forme géométrique. Mais nous n'avons pas à tenir compte de cet élément, puisque nous cherchons les règles de la construction des magasins, indépendamment de la qualité de poudre. Pour la même raison, nous n'avons pas à considérer son dossage, sa manipulation, sa siccité, l'endroit où elle prend feu, toutes circonstances qui influent sur la température des gaz.

par suite la colonne d'air ébranlée, pouvait agir directement avec toute sa force vive contre les maisons voisines.

Le magasin de la ville de Gand, au contraire, était situé à 14 mètres au-dessus de l'Escaut, et de façon que les bâtiments construits au pied du glacis et sur les bords du fleuve, se trouvaient en dehors de l'action directe des gaz [1].

Ce rapprochement fait entrevoir la possibilité de garantir, dans bien des cas, les villes, de l'explosion des magasins à poudre.

Nous y reviendrons dans les paragraphes suivants.

VIII.

DES RÈGLES A SUIVRE DANS LA CONSTRUCTION DES MAGASINS A POUDRE.

Il est incontestable que si l'on enterrait les poudres assez bas, ou si on les couvrait d'une couche de terre assez épaisse pour qu'elles se trouvassent dans les conditions d'un *camouflet*, elles pourraient détonner au milieu d'une ville sans le moindre danger. Mais en évaluant, d'après la règle des mineurs, la profondeur à laquelle il faudrait enterrer un magasin d'une certaine importance, pour qu'il se comportât de la sorte, on voit bientôt que ce moyen n'est pas admissible. En effet, le calcul démontre que 10,000 kil. de poudre doivent être placés sous une ligne de moindre résistance de 37^{m}, pour que

[1] Les gaz, dans l'explosion du magasin de Gand, ont agi comme s'ils s'étaient formés dans un canon ouvert à la culasse, c'est-à-dire que leur action directe s'est propagée suivant un cône ayant pour axe la direction des voûtes en berceau. Cet axe passant au-dessus des maisons, et le massif du bastion no 5, ainsi que la contre-escarpe du fossé capital se trouvant directement opposés à l'action du fluide élastique, il est évident que cette action n'a pu s'étendre jusqu'aux maisons dont il s'agit.

l'effet de la commotion ne se manifeste pas à la surface du sol [1]. Or, à cette profondeur et sous une telle masse de terre, il serait difficile, sinon impossible, d'obtenir un bon aérage et une siccité convenable; d'ailleurs, en cas d'explosion, l'entrée du magasin donnerait toujours issue à une partie des gaz, de sorte que le danger ne serait pas entièrement supprimé. Il faut donc abandonner cette idée et chercher des moyens plus efficaces et moins onéreux. C'est ce que je ferai. Mais auparavant, je crois utile de remettre sous les yeux du lecteur, quelques-uns des résultats auxquels nous sommes déjà parvenus.

1° L'effet de l'explosion sera d'autant moins sensible qu'il y aura moins de poudre dans le magasin, quels que soient d'ailleurs l'emplacement, la forme et les dimensions de celui-ci [2] (cela est évident);

2° Abstraction faite de la quantité de poudre, l'effet de l'explosion sera d'autant moins sensible, que le volume du magasin sera plus grand, par rapport au volume de la matière inflammable, et que sa surface sera plus grande, par rapport à sa capacité;

3° Que les parois du magasin seront moins résistantes;

4° Que les gaz mettront plus de temps à circuler dans le magasin ou à produire la combustion totale de la poudre;

5° Que la différence de niveau entre le magasin et les habitations voisines, sera plus grande ou qu'il y aura plus d'obstacles interposés.

Ce dernier point exige un mot d'explication.

(1) La charge C du camouflet est égale à $C'\left(\frac{4}{7}\right)^3$, C' étant la charge du fourneau ordinaire de même ligne de moindre résistance. Or, cette dernière charge, si l'expérience a lieu en terre ordinaire, a pour valeur représentative $\frac{11}{6} h^3$ (0k793). La substitution de cette valeur dans la première formule, donne : $C = \frac{11}{6} h^3$ (0k793) $\left(\frac{4}{7}\right)^3$. Et si l'on remplace C par sa valeur, ou 10,000 kil., on trouve la quantité cherchée h, ou la ligne de moindre résistance du camouflet = 37 mètres environ.

(2) La dissémination des magasins est encore avantageuse, en ce que les petites masses de poudre développent, en se comburant, moins de chaleur que les grandes masses.

Si le magasin est situé sur une hauteur, les couches d'air les plus fortement ébranlées passeront au-dessus des maisons.

Si, au contraire, il est situé dans un bas-fond, ou adossé à un massif résistant, la colonne d'air sera déviée de sa direction et perdra la plus grande partie de sa force vive.

Telles sont, dans leur acception, la plus générale, les cinq conditions auxquelles tous les magasins à poudre doivent satisfaire.

La *première* conduit à la règle suivante :

DIVISER ET DISSÉMINER LES MAGASINS AUTANT QUE POSSIBLE.

Cette règle a été suivie de tous points, dans la construction de la citadelle de Gand, où le corps de place compte, à lui seul, vingt magasins.

Mais son application devient presque impossible (à moins de faire de grandes dépenses) aux forteresses qui n'ont pas une enceinte voûtée ou un grand nombre d'emplacements favorables. Il est d'ailleurs assez difficile d'exercer sur des magasins disséminés, une surveillance convenable.

La *deuxième* condition donne pour règle :

LES MAGASINS DOIVENT ÊTRE SPACIEUX ET PRÉSENTER, PAR RAPPORT A LEUR VOLUME, LE PLUS DE SURFACE POSSIBLE.

L'application de cette règle, en ce qui concerne la grandeur du magasin, est nécessairement limitée par l'emplacement et la dépense ; et en ce qui concerne la forme, elle conduit à ce résultat, qu'un prisme rectangulaire avec ou sans voûte est préférable aux anciennes tours qui, sous le même volume, avaient moins de surface intérieure.

La *troisième* condition donne pour règle :

LES MAGASINS DOIVENT ÊTRE CONSTRUITS EN PAROIS MINCES.

Cette règle sera d'une application bien plus générale aux magasins civils qu'aux magasins militaires, dont les voûtes et

les murs doivent pouvoir résister au choc des boulets et des projectiles creux.

La *quatrième* condition donne pour règle :

DISPOSER LES LOCAUX ET EMMAGASINER LES POUDRES DE MANIÈRE QUE LES GAZ ENFLAMMÉS CIRCULENT DIFFICILEMENT D'UNE PARTIE DU MAGASIN A L'AUTRE (1).

La *cinquième* condition donne pour règle :

CONSTRUIRE LES MAGASINS SUR DES HAUTEURS OU DANS DES BAS-FONDS ET, S'IL Y A LIEU, PRÉSERVER LES HABITATIONS AU MOYEN D'UN MASQUE EN TERRE OU DE TOUT AUTRE OBSTACLE INTERPOSÉ.

Cette règle peut être généralement appliquée aux magasins civils et aux magasins militaires.

Enfin une dernière règle à observer est celle-ci :

CONSTRUIRE LES MAGASINS EN PETITS MATÉRIAUX.

L'expérience (2) et la théorie prouvent, en effet, que les grosses masses sont projetées à une plus grande distance que les petites : elles produisent aussi plus de dégâts.

IX.

DES MAGASINS MILITAIRES.

Nos magasins militaires (fig. 2) présentent, en général, au point de vue de la sécurité publique, les défauts suivants :

1° Les parties faibles ou les pignons ont trop peu de surface, comparativement aux pieds-droits et à la voûte, qui sont les parties résistantes.

(1) Cette condition sera parfaitement remplie par le premier moyen de conservation des poudres que j'ai indiqué ci-dessus.

(2) Voir la 2e note de l'appendice.

2° L'un des pignons fait ordinairement face à la ville, de sorte que le plus grand effort des gaz s'exerce précisément dans la direction des objets à préserver.

Ce défaut est d'autant plus sensible que les grands dépôts de siége sont généralement situés au pied du rempart ou dans un bastion vide, c'est-à-dire dans les meilleures conditions pour que l'effet produit du côté de la ville soit un *maximum*. Il ne manque pas d'exemples pour justifier cette critique. Je n'en citerai que deux :

Il y a cinquante ans, un magasin établi dans les conditions que je viens de dire, prit feu, derrière le rempart de la porte de Tongres, à Maestricht. La commotion fut telle, du côté de la ville, que toutes les maisons avoisinantes et une partie notable de la rue de Bruxelles tombèrent en ruines; par contre, vers la campagne, l'effet du gaz fut presque nul.

A quelques années de là, le 26 juin 1807, un accident semblable arriva à Luxembourg. Un vieux magasin construit par les Espagnols (1), à mi-côte d'un pan de rochers, sur la

(1) C'était une vieille tour appelée *Verlorenkost*, qui jadis avait servi d'observatoire aux Espagnols. Elle était assise sur la partie la plus saillante des rochers à pic, situés au confluent de l'Alzette et de la Pétrusse, sur la rive droite de cette rivière et dans la direction du mur d'enceinte qui relie le *Rham* aux ouvrages de la porte de Thionville. Le terrain monte assez rapidement à partir de la base de cette tour jusqu'à l'ouvrage à cornes du Verlorenkost qui domine la hauteur.

Le magasin avait 30 pieds de diamètre et 63 pieds de hauteur. Il se composait de six étages, dont cinq étages voûtés et une plate-forme. La maçonnerie était solide et bien conservée.

Au moment de l'explosion, le magasin contenait 12,970 kil. de poudre, dont 11,200 en barils et le reste en munitions.

Le 26 juin 1807, vers midi, la foudre mit le feu au bâtiment, et au même instant, une explosion terrible eut lieu. Vingt-deux personnes moururent sur le coup, et dix autres des suites de leurs blessures Le nombre des mutilés et des blessés s'élevait à plus de 200.

La partie du *Grond*, la plus voisine du lieu du sinistre, fut entièrement ravagée, et il y eut même des dégâts notables dans la partie sud-est de la ville haute. Si le gaz agit avec plus de force dans cette direction que dans la vallée de la Pétrusse, à l'est, et dans la vallée de la Pulvermühle à l'ouest, c'est que la vallée du Grond est directement opposée à la hauteur sur le versant de laquelle

gauche de la porte de Thionville, et vis-à-vis d'un coude de l'Alzette, fut atteint par la foudre à l'heure de midi. Les gaz répercutés par la hauteur voisine, allèrent frapper avec une violence extrême les maisons de la ville basse, situées dans l'étroit vallon opposé à cette hauteur. Toutes furent renversées ou ébranlées, et la commotion s'étendit même à une partie notable de la ville haute.

Si le magasin dont il s'agit s'était trouvé sur l'autre versant ou sur la crête de la montagne, il est probable qu'on n'aurait pas eu de si grands malheurs à déplorer.

Je pourrais citer encore l'explosion qui eut lieu en 1826, à Ostende; mais il en sera question plus tard.

Ces divers exemples prouvent combien les défauts que j'ai signalés précédemment sont réels.

Je ne vois qu'un seul moyen de les atténuer, c'est de renforcer le pignon qui fait face à la ville, de telle sorte que la résistance de ce pignon devienne supérieure à celle des autres murs du magasin (1).

Un cas plus favorable est celui où l'axe de la voûte est perpendiculaire à la capitale. Cependant, si la charge atteint alors une certaine limite, les pieds-droits n'offrent plus assez de résistance, et l'explosion détruira les murs les plus épais en même temps que les plus minces, comme les mines surchargées détruisent les galeries situées sous terre à une

le magasin était assis, tandis que les deux autres vallées sont dans le prolongement de ce versant.

De très-grosses pierres provenant du magasin furent trouvées à une distance de près d'une lieue.

Cette explosion, toutefois, ne fut pas à beaucoup près aussi meurtrière que celle de Leyde, bien que la quantité de poudre fût la même, ce qui doit être attribué à deux circonstances, savoir : à l'éloignement du magasin (50^{m} des habitations), et à son élévation au-dessus du niveau de la ville basse (80 pieds à partir des fondations de la tour).

(1) Ce moyen a été proposé depuis longtemps par le colonel *Senermont*. Quant à l'idée de traiter les magasins à poudre comme des fourneaux de mine, elle fut émise, pour la première fois, je pense, par le général *Laffitte-Clavé*; mais jusqu'ici personne n'en a tiré parti.

distance bien plus grande que leur ligne de moindre résistance.

Il faut dans ce cas charger la voûte et les pieds-droits d'une masse de terre suffisante pour rendre impossible, ou du moins, pour diminuer considérablement la projection de ces parties (fig. 3); le magasin devient alors une espèce d'arme à feu ouverte à la culasse.

Ainsi, règle générale, dans l'amélioration des magasins existants, comme dans la construction de nouveaux magasins établis sur le même plan, il faut *diriger les parties faibles sur les points non dangereux, et renforcer, autant que possible, les autres, en les chargeant de terre végétale.*

Mais, quoiqu'on fasse, on n'obtiendra jamais, de cette manière, que des résultats incomplets; et c'est ce qui m'engage à proposer un nouveau modèle de magasin conforme aux règles que je viens de poser.

C'est une suite de voûtes accolées, dans le genre des caves à canons de la citadelle de Gand : dispositif qui l'emporte sur les magasins ordinaires par les avantages suivants (Voir la fig. 4.) :

1° Les parties faibles, c'est-à-dire les murs de masque et les pieds-droits, ont plus de surface que les culées et les voûtes, qui sont les parties résistantes;

2° L'espace vide, pour une même quantité de poudre, est plus grand, et la surface intérieure, par rapport au volume du magasin, plus considérable;

3° Il y a plus de séparations entre la poudre, et, par suite (quel que soit d'ailleurs son mode de conservation), la combustion totale exigera plus de temps;

4° Les conditions d'aérage et de ventilation sont plus faciles à observer;

5° Le magasin se plie mieux au terrain (parce que l'on peut augmenter ou diminuer à volonté le nombre des locaux et la dimension des voûtes);

Et 6° Il coûte moins cher [1].

Ces avantages généraux peuvent être rendus plus sensibles encore par les précautions suivantes :

Pour ajouter à la résistance des voûtes, et prévenir, jusqu'à un certain point, la projection de leur maçonnerie, *charger le magasin d'une forte couche de terre végétale.*

Pour rendre le bâtiment plus sec et favoriser l'écoulement latéral des gaz, *faire reposer le plancher sur un système de voûtes surbaissées* [2], *assez fortes pour résister au poids des barils, et assez faibles pour être enfoncées dans le premier instant de l'explosion.*

Pour augmenter, autant que possible le temps nécessaire à la combustion intégrale de la poudre [3], peut-être même pour préserver une partie du magasin [4], *transformer le pied-droit intermédiaire en une culée B* plus forte que *A* et plus faible que *C.*

Enfin, pour activer l'aérage et détruire une cause d'humidité, *remplacer les murs qui entourent ordinairement les magasins à poudre, par un simple grillage.*

Tous ces détails se trouvent indiqués dans le projet de bâtiment représenté par la fig. n° 4.

Les voûtes de ce projet ont 12 mètres de longueur, 5 mètres de largeur, et peuvent contenir ensemble 80,000 kilogrammes de poudre, ou autant que le magasin ordinaire, représenté par la fig. 2.

On établira le bâtiment en capitale du bastion (fig. 8),

[1] En effet, le magasin représenté par la fig. 4, avec ses voûtes surbaissées, sa culée intermédiaire et ses murs d'aile, qu'à la rigueur on peut supprimer, n'exige pas plus de maçonnerie que le magasin représenté par la fig. 2.

[2] La hauteur de ces voûtes est nécessairement soumise à la condition du défilement; dans certains cas même, elles devront être supprimées.

[3] Beaucoup de personnes s'imaginent qu'une grande masse de poudre s'enflamme instantanément : c'est une erreur. L'inflammation n'a lieu que successivement et avec une vitesse beaucoup moins considérable qu'on le croit généralement.

[4] L'expérience de Gand m'autorise à le croire, puisque les gaz n'ont pas eu assez de force dans cette circonstance pour renverser des pieds-droits qui n'avaient qu'un mètre d'épaisseur.

de manière que sa plus forte culée soit en regard de la ville.

Et pour augmenter encore sa résistance de ce côté, on y adossera un masque en terre, auquel on donnera le plus de hauteur et de développement possible.

En temps de siége, si le magasin donnait prise aux boulets, il faudrait établir contre ses murs de masque un blindage incliné.

Les résultats observés à Gand m'autorisent à croire qu'un magasin établi dans ces conditions offrirait toute sécurité, si l'on ne plaçait dans chaque voûte que 8 à 9,000 kilogrammes de poudre (1).

Et cela est toujours facile, en temps ordinaire, puisque l'approvisionnement du pied de paix n'est, en général, que du tiers ou de la moitié de l'approvisionnement de siége.

Je remarque qu'on pourrait avoir des magasins aussi avantageux, plus avantageux même, sous le rapport de la sécurité publique, en disposant convenablement les voûtes en décharge qui existent dans plusieurs de nos places fortes. Il suffirait pour cela (fig. 6) d'isoler un certain nombre de compartiments d'une galerie d'escarpe, en y établissant des culées intermédiaires ou un bourrage convenable. De préférence, on affecterait à cet usage les parties non exposées aux feux directs de l'assiégeant.

En cas d'explosion d'un pareil magasin, le premier et plus grand effort des gaz s'exercerait perpendiculairement aux murs de masque, c'est-à-dire dans la direction du fossé capital, et la colonne d'air se briserait dès lors contre le massif du chemin couvert ou de l'un des ouvrages voisins. Quant aux effets produits dans le sens des galeries et en arrière, ils seraient comparativement très-faibles, à cause de la résistance des culées et de la terre, adossée aux contre-voûtes.

(1) Le volume intérieur de chaque voûte du flanc droit du bastion 5 de la citadelle de Gand, était de 256^{m} cubes. Or, la voûte n° 5 contenait 7,000 kil. ou à peu près 8^{m} cubes de poudre, c'est-à-dire $\frac{1}{32}$ de l'espace vide. Cet espace, pour chacune des voûtes que je propose, est de 268^{m} cube, dont le $\frac{1}{32}$ représente 9^{m} cubes ou environ 8,000 kilog. de poudre; encore n'ai-je point compté les vides qui se trouvent au-dessous du plancher et qui tendent cependant à diminuer l'élasticité des gaz.

Mais au point de vue de la défense, ces magasins auraient le grand inconvénient de produire, en sautant, une large brêche au corps de place, ce qui n'aurait pas lieu, en général, dans l'explosion d'un magasin construit au centre d'un bastion ordinaire, sur le modèle que j'ai proposé.

Je regarde donc ce dernier modèle comme offrant plus de garanties que les autres, tant sous le rapport militaire que sous le rapport de la sécurité publique.

X.

DES MAGASINS CIVILS.

Les magasins de cette catégorie n'ayant pas autant de conditions à remplir que les magasins militaires, il est plus facile de les rendre inoffensifs par l'observation rigoureuse des règles précédentes. On peut d'ailleurs, dans bien des cas, éloigner ces bâtiments à une assez grande distance des endroits habités, pour que tout danger disparaisse, tandis que l'emplacement des magasins de siége est presque toujours rigoureusement déterminé par le nombre et la nature des ouvrages de défense. Quoi qu'il en soit, lorsqu'il sera impossible d'écarter les magasins civils des grands centres de population, voici à quelles règles il conviendra de les soumettre :

1° On les construira en petits matériaux ;

2° Pour diminuer, autant que possible, la force élastique des gaz et le volume des matières projetées, on ne donnera aux murs du magasin qu'une épaisseur *minima* (1).

3° Si l'on trouve, dans le voisinage des objets à garantir, un monticule, un ravin ou un fossé sec, on établira, de préférence, le magasin derrière ce monticule, au fond du ravin ou dans le fossé.

Au cas contraire, il faudra le placer dans l'endroit le plus bas (s'il n'est pas humide) ou dans la partie la plus élevée du

(1) Dans ce cas, il est bien moins important que le magasin ait une forme prismatique et un espace vide considérable : il n'y a lieu d'observer ces deux points que dans la construction des magasins militaires à murs épais.

terrain par rapport aux maisons voisines, et construire, entre celles-ci et le magasin, un masque en terre revêtu ou non revêtu (fig. 7).

On déterminera l'épaisseur de ce masque par le calcul suivant :

Supposons que le magasin doive contenir, au plus, 15,000 kilogrammes de poudre.

Cette quantité de matière inflammable, placée dans un local à faibles parois, se trouvera à peu près dans la même condition que si elle était renfermée dans une caisse en plein air. Or, pour calculer les effets de la poudre, dans cette circonstance, les mineurs admettent, comme règle simple, que la charge capable de renverser un mur d'une épaisseur donnée, doit être quintuple de la charge d'un fourneau ordinaire, en terre commune, ayant, pour ligne de moindre résistance, cette même épaisseur.

Soit *a* cette quantité inconnue; la charge *c* du fourneau ordinaire de même ligne de moindre résistance sera $\frac{11}{6}\,x^3\,(0^k793)$. Mais *c*, d'après la règle ci-dessus énoncée, est égal à $\frac{15{,}000_k}{5}=3{,}000^k$. Donc $x=12^m5$, c'est-à-dire *cinq fois le côté de la boîte cubique pouvant contenir exactement les* 15,000 *kilogrammes, charge du magasin.*

Mais un masque en briques de cette épaisseur n'est pas admissible; il faudra donc y substituer un masque en terre de même résistance, substitution d'autant plus avantageuse, que les débris de ce dernier (en supposant que l'expérience ne confirme point nos calculs), feront moins de dégâts que les décombres provenant d'un mur de briques ou de moëllons.

Or, la vieille maçonnerie a $2\,^1/_2$ fois plus de résistance que la terre commune, et par suite le masque en terre, destiné à couvrir un magasin de 15,000 kilogrammes, aura 31^m25 d'épaisseur. Ses autres dimensions sont dépendantes de la hauteur du magasin et de l'étendue des objets à préserver:

Il sera d'autant plus efficace, qu'il aura plus d'élévation et de développement.

Par mesure d'économie, je proposerai, toutes les fois qu'on ne pourra pas établir le magasin derrière une hauteur ou dans un ravin, et qu'on aura néanmoins à sa disposition un terrain sec, de loger, de préférence, les poudres au fond d'une tranchée, de manière qu'elles soient dans les conditions d'une *fougasse-pierrier* (fig. 5).

L'axe de cette tranchée sera dirigé vers la campagne, et le mur ou le talus du fond, perpendiculairement aux objets à préserver. Les effets de l'explosion se réduiront alors à ceux que produisent les vibrations de l'air et du sol; car les effets du transport de l'air, qui sont, à tous égards, les plus désastreux, se trouveront, en grande partie, annulés par la résistance du terrain.

Je ne m'étendrai pas davantage sur cette question, puisqu'il n'entre pas dans le cadre de mon travail de faire connaître toutes les applications que les règles développées ci-dessus peuvent recevoir. Mon seul but, en écrivant ces lignes, est d'appeler l'attention des ingénieurs sur un point essentiel de l'art des constructions, et qui semble avoir échappé jusqu'ici à leurs savantes recherches.

XI.

APPENDICE.

Comme j'ai critiqué sous plusieurs rapports les magasins existants, il ne sera pas inutile, je pense, de signaler ici quelques-uns des effets qu'ils ont produits. Je prendrai pour exemple l'explosion du magasin situé dans le bastion n° 12 de la place d'Ostende, parce que, d'une part, j'ai pu recueillir, sur cet événement, des détails précis, et que, d'autre part, il a eu lieu dans les conditions où se trouvent le plus grand nombre de nos magasins de siége. On pourra donc, par ce seul exemple, apprécier tout à la fois la gravité des inconvénients que j'ai signalés plus haut, et la nécessité des

règles nouvelles au moyen des quelles je propose de les faire disparaître.

Pour abréger, autant que possible, cette description, je supposerai que le lecteur ait sous les yeux le plan des fortifications d'Ostende qui se trouve dans le commerce ([1]).

Le magasin n° 12 était situé dans l'ouvrage qui fait face à l'angle de la grande et de la petite caserne voûtée. Ses pignons étaient perpendiculaires à la capitale, et ses culées à peu près parallèles aux flancs du bastion. Il contenait 1196 barils de 50 kilogrammes, soit 59,800 kilogrammes de poudre. L'explosion eut lieu le 19 septembre 1826, à dix heures du matin. Tous les murs cédèrent à la fois, et furent projetés au-delà des parapets. La plus grande action des gaz eut lieu du côté de la ville. On vit des pierres d'angle lancées dans cette direction à plus de 550 mètres de distance ([2]), et des vitres brisées, à une distance double de celle-là. Dans les autres directions, l'effet des gaz fut moins sensible ([3]); mais, par contre, il y eut plus de matériaux projetés de ce côté, parce que la voûte et les pieds-droits formaient les $^7/_8$ de la maçonnerie totale du magasin.

Le grillage sur lequel reposait le plancher fut brisé et projeté, en partie, dans le fossé capital, non loin du flanc droit. Les fondations eurent le même sort; de façon que le magasin disparut entièrement et fit place à une excavation parabolique de 3 à 4 mètres de profondeur au milieu.

(1) De même, je lui conseille, pour lire avec fruit mes remarques sur l'explosion de la citadelle de Gand, de consulter la première planche de l'opuscule du colonel Gey Van Pittius, intitulé : *Description de la nouvelle citadelle de Gand.*

(2) Ici comme à Gand, les pierres d'angle ont été lancées à une plus grande distance que les briques : preuve que les petits matériaux sont préférables dans la construction des magasins à poudre, aux moëllons et aux pierres de taille.

D'ailleurs, la chute d'un gros projectile, quelle que soit la vitesse qui l'anime, produit des dégâts plus considérables que la chute d'une petite masse. Rien que pour ce dernier motif, il faudrait donner la préférence aux murs en briques.

(3) Les matériaux ne furent guères lancés à plus de 300 ou 400^m au delà des flancs du bastion.

Un certain nombre de barils firent explosion en l'air, et on retrouva, après l'accident, une grande quantité de poudre éparse sur le sol.

Les faces et les flancs du bastion, élevés de 4^m50 seulement au-dessus du terre-plein ou du fond du magasin, ne reçurent aucune atteinte : preuve que la résultante des efforts produits par les gaz passa au-dessus du parapet.

Quant aux effets produits par la vibration du sol et l'expansion des gaz, en voici l'énumération rapide :

Toute la charpente de la petite caserne fut enlevée, et plus de la moitié de la charpente de l'autre ;

Il y eut plus de décombres projetés au-dessus de la face gauche du bastion qu'au-dessus de la face droite, ce qui semble prouver que le feu a pris d'abord aux barils placés contre le pied-droit gauche du magasin.

Les décombres ont été éparpillés dans le bassin de retenue, sur la route de Slykens, dans l'ouvrage à couronne et au-delà, jusqu'à une distance d'environ 300 mètres.

L'étage supérieur des casernes (situé au même niveau que le magasin) fut plus endommagé que le rez-de-chaussée, dont les murs de refend, les escaliers et les fenêtres furent seuls endommagés ou brisés.

Le pignon dirigé du côté de la ville fut lancé presque entièrement dans la corderie, en suivant la direction de la capitale du bastion.

A l'hôpital, il y eut plusieurs portes enfoncées, un grand nombre de tuiles et de vitres cassées.

L'un des versants de la toiture de l'ancienne corderie était fortement détériorié sur un tiers de sa longueur.

Les châssis des fenêtres de l'arsenal étaient, pour la plupart, enfoncés, les volets arrachés et les portes disloquées.

A la grand'garde et au corps de garde de la porte de Bruges, il y eut seulement des vitres brisées.

Enfin, les toits et les fenêtres des bâtiments voûtés de l'ouvrage à cornes étaient en fort mauvais état.

Avril 1849.

GÉOLOGIE.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DE

LA PARTIE SEPTENTRIONALE DE LA PROVINCE DE LUXEMBOURG,

PAR M. CH. CLÉMENT,

ASPIRANT DES MINES, DE 3e CLASSE.

CHAPITRE PREMIER.

GÉOGNOSIE.

§ 1. *Division et subdivision.*

Le sol de la partie septentrionale de la province de Luxembourg est couvert d'inégalités nombreuses, assez prononcées, dont les principales suivent la direction générale des masses minérales qui la composent, ou traversent presque perpendiculairement cette direction.

Il est composé de roches variées, se partageant nettement en sept catégories, et au sein desquelles se trouvent plusieurs gisements, plus ou moins importants, de substances utiles à l'industrie.

Je les ai représentées avec assez de détails sur la carte géologique, ci-annexée, pour qu'une courte notice suffise à donner une connaissance complète de leurs différentes manières d'être dans le Luxembourg.

La coupe faite à travers ces roches les groupe en terrain anthraxifère et en terrain houiller, d'après le mode de classification communément adopté en Belgique.

Je ne cite cette classification que pour mémoire, parce que je ne l'adopte pas. Elle a l'inconvénient de laisser indécise la position de la ligne de séparation entre le terrain ardoisier et le terrain anthraxifère subjacent; et, de plus, elle range, sans nécessité ni utilité suffisamment justifiées, les deux premières catégories de roches dans le terrain anthraxifère, bien que l'ensemble de leurs caractères géométriques, minéralogiques et paléontologiques, leur donne plus d'analogie avec le terrain ardoisier qu'avec le terrain anthraxifère.

L'on n'observe effectivement aucune discordance de stratification entre la partie supérieure des roches, que l'on attribue au terrain ardoisier, et la partie inférieure de celles que l'on attribue au terrain anthraxifère. Les roches schisto-quartzeuses, micacées, des dernières assises du massif ardoisier de l'Ardenne, passent par transitions insensibles à des roches semblables appartenant à la première catégorie. Enfin, les fossiles, pas plus que le calcaire, ne présentent, par leur rareté ou leur disposition relative, rien d'assez tranché pour différencier les premières roches d'avec les secondes.

Si, d'un autre côté, l'on remarque que les schistes grossiers bleuâtres placés au-dessous des poudingues de Wéris, se divisent encore, comme ceux du terrain ardoisier, en morceaux assez grands, assez épais, assez résistants pour pouvoir servir quelquefois de moëllons, alors que ceux qui gisent au-dessus sont argileux, tendres et décomposables à l'air; si l'on observe d'ailleurs que le calcaire et les fossiles sont extrêmement rares au-dessous des poudingues, tandis qu'ils sont très communs au-dessus; si l'on note, en outre, que les poudingues ne sont formés que de débris de roches arrachés au sol ardennais préexistant, il doit paraître plus rationnel de comprendre les deux premières catégories de roches dans

le terrain ardoisier de l'Ardenne, qui, de cette façon, se termine nettement aux poudingues de Wéris.

D'après cette manière de voir, les roches de la contrée qui nous occupe, se groupent comme cela est indiqué dans le tableau suivant :

CLASSIFICATION ADOPTÉE.	CATÉGORIES DE ROCHES. ORDRE.	CATÉGORIES DE ROCHES. COMPOSITION.	CLASSIFICATION ÉQUIVALENTE.	OBSERVATIONS.
Terrain houiller .	7°	*Terre houille*, schistes pyriteux noirâtres, grès et psammites jaunâtres.	Terrain carbonifère.	
Terr. anthraxifère	6°	*Calcaire carbonifère* encrinique.	(Incomplet.)	
Id.	5°	*Schistes argileux* fossilifères, grès, psammites, calcaire et calschistes.		
Id.	4°	*Calcaire compacte et dolomie*, marbres gris et rouge, mines.		
Id.	3°	*Schistes tendres* fossilifères gris-bleuâtres, calcaire macigno, psammites, mines.	Terrain dévonien.	Terrain de transition.
Id.	2°	*Schistes et psammites* rougeâtres et verdâtres, poudingues (vieux grès rouge).		
Terrain ardoisier.	1°	*Schistes-quartzeux* grossiers gris-bleuâtres, grès, psammites à aiguiser, sources minérales.	Terrain silurien. (Partie supérieure.)	(Partie supérieure.)

La Lesse, l'Homme, la Wamme, l'Ourthe et l'Aisne coulent dans des vallées qui traversent le terrain silurien et le terrain dévonien, ou bien les terrains de transition indiqués au tableau. C'est dans ces vallées qu'il est en général le plus

facile de constater la manière d'être des matériaux qui les composent, c'est-à-dire leur nature, leur puissance, leur direction, leur inclinaison, leur ordre de superposition, et enfin leur continuité ou leur discontinuité dans tel ou tel endroit. Quant au terrain carbonifère, il n'occupe qu'un espace fort restreint sur le territoire des communes de Borlon et de Bende, dans la province de Luxembourg, où ses allures sont d'ailleurs faciles à étudier.

§ 2. *Terrain ardoisier.*

Le terrain ardoisier offre donc ses dernières assises dans le nord du Luxembourg, où elles forment les deux premières catégories de roches.

La première catégorie, considérée en grand, constitue une bande de terrain en forme de gorge, allant dans le sens de la direction générale des matériaux qui la composent. Elle s'appuie, vers le sud, sur le pied du plateau ardoisier de l'Ardenne, qui présente généralement une pente passablement rapide de son côté. Elle forme, au nord, le bord méridional d'une sorte de bourlet composé presque partout des roches des deux premières catégories.

Des schistes quartzeux grossiers bleu-grisâtres, des grès et des psammites, sont des roches essentielles. Les premiers sont les plus abondants, ils contiennent quelquefois, comme à Neupont, de petits bancs intercalés de psammites de même couleur, employés pour aiguiser certains tranchants grossiers. Les grès sont assez rares. Ils forment quelques bancs vers la limite sud de la gorge. On les exploite ordinairement pour moëllons et pour empierrer les routes.

C'est dans cette bande de terrain que se trouvent plusieurs sources minérales analogues à celles de Spa. Le Luxembourg en renferme une à Vieux-Fourneau, dont l'eau est excellente et sert de boisson favorite à certains habitants des environs. Il en renferme une autre encore à Hour, canton de Viel-Salm,

au sein des dernières assises du plateau ardoisier de l'Ardenne. On voit donc que sous le rapport de la distribution des eaux minérales de même nature, il n'y a pas de différence à établir, non plus, entre le sol ardennais proprement dit et celui qui nous occupe.

La catégorie suivante présente une chaîne de montagnes qui succèdent à la gorge précédente, de même que cette gorge succède au plateau de l'Ardenne. Elle s'appuie sur la première catégorie vers le sud, et supporte la troisième catégorie vers le nord.

Les roches essentielles qui la composent sont des psammites, des schistes et des poudingues, colorés avec plus ou moins d'intensité, en jaune sale, en verdâtre et en rougeâtre, par des oxides de fer et de manganèse.

Les psammites ou grauwackes, occupent ordinairement la base du dépôt. On les utilise quelquefois comme moëllons ou comme pavés. Les schistes seuls ou mêlés à des psammites, viennent après. Ils renferment auprès du village de Wy, et ailleurs encore, des petites couches d'une substance noirâtre dans laquelle j'ai constaté la présence du fer et du manganèse. Ils n'ont donc rien, sous ce rapport encore, qui puisse les faire distinguer d'autres schistes plus anciens, colorés également par du fer et par du manganèse, et qui gisent dans le voisinage d'autres poudingues faisant partie du plateau ardoisier de l'Ardenne.

Des conglomérats de cailloux roulés, arrachés au plateau de l'Ardenne et cimentés par une argile ferrugineuse plus ou moins psammitique, couronnent le dépôt. Ils affleurent en bancs puissants surtout à la droite de l'Ourthe, où ils dessinent l'épine dorsale de la chaîne de montagne constituant la catégorie. Ils plongent au sud, à proximité de Wéris, et au nord, à proximité de Morville, sous des angles variant entre 35 et 65°. Ils sont verticaux à La Roche à Fresnes et repliés en selles entre Grand-Bru et Izier. C'est à La Roche à Fresne qu'ils présentent la plus belle coupe. Dans cet endroit, en

effet, l'on observe des bancs poudingiformes rougeâtres, d'une puissance totale de 15 à 20 mètres, qui se fracturent à la longue et qui élèvent verticalement leurs têtes lézardées et menaçantes à plus de 25 mètres au-dessus du niveau de l'Aisne.

§ 3. *Terrain anthraxifère.*

Les roches principales du terrain anthraxifère se rencontrent dans le Luxembourg, où elles comprennent les troisième, quatrième, cinquième et sixième catégories.

La troisième catégorie, prise dans son ensemble, donne encore l'aspect d'une gorge, qui s'appuie sur la tige des poudingues et qui supporte le plateau formant la quatrième catégorie.

Elle est essentiellement schisteuse; mais l'on y trouve aussi des petits bancs subordonnés de grauwacke et de calcaire qui commence là à se montrer abondamment dans la série des terrains. Elle renferme, en outre, de nombreux gisements de minerais de fer en amas couchés, et quelques filons de minerai de plomb.

Les schistes sont bleuâtres, gris cendré ou jaunâtres. Ils sont argileux, tendres, et quelquefois remplis de fossiles. Le calcaire est en bancs intercalés peu épais, composés de morceaux schisto-calcareux de diverses grosseurs. Les bancs deviennent de plus en plus nombreux à mesure qu'ils se rapprochent des roches de la quatrième catégorie; ce qui établit une sorte de passage par alternance entre ces dernières et celles de la troisième catégorie.

Les grauwackes passent quelquefois au calschiste et au macigno vers la tête du dépôt. C'est là qu'ils sont habituellement les plus micacés et les plus imprégnés de débris de coquillages marins fossiles.

Les amas couchés de minerais de fer forment deux séries, disposées l'une à la base et l'autre au sommet de la catégorie.

Ceux de la première série sont les moins importants. Ils suivent une ligne discontinue, passant au midi des villages de Sohier, Chanly, Resteigne, Tellin, Bure, Grupont, Lesterny, Forrière et Ambly. Arrivée près de Grupont, cette ligne se contourne et fléchit vers le nord avec toutes les roches de la contrée, probablement à cause du déjettement de terrain qui a présidé à la création de la vallée de l'Homme. Elle s'efface entièrement à proximité d'Ambly; on la voit reparaître au sud des villages d'On et de Champlon, toujours au nord du vieux grès rouge, qui forme par sa bifurcation en cet endroit, une espèce de golfe, où les schistes fossilifères de la catégorie sont venus se déposer. Elle n'offre plus que des indices insignifiants de son existence à la droite de l'Ourthe, comme cela se voit près des villages de Wéris et de Heyd.

Plusieurs couches ferrifères parallèles et séparées par des roches stériles, composent cette première série d'amas. Les couches sont plus ou moins nombreuses, plus ou moins importantes, en divers endroits du gisement, vu que celui-ci se réduit quelquefois à sa trace et même qu'il disparaît tout à fait. C'est à proximité de Grupont qu'il semble être le plus complet. Coupé transversalement en ce point, il présenterait sur un espace de 200 à 300 mètres, une douzaine, au moins, de petites couches épaisses de 10 à 25 centimètres, composées d'un minerai schisto-terreux inexploitable; et, en outre, deux autres couches épaisses de 23 et de 45 centimètres, qui ont été exploitées à différentes reprises.

La mine des douze petites couches a un poids spécifique de 2,66 en moyenne; et celle des deux autres, une densité moyenne d'environ 3,12. La première n'a jamais été considérée comme pouvant être avantageusement traitée dans les hauts-fourneaux; c'est pour ce motif qu'on la séparait ordinairement des tas de minerai contenant la seconde. Des échantillons de cette dernière ont été analysés pour le compte de la société anonyme des hauts-fourneaux du

Luxembourg. L'analyse a, dit-on, accusé une teneur de :

8 à 17	pour cent	d'eau,
7 à 13	—	d'alumine,
24 à 48	—	de silice,
35 à 45	—	d'oxide ferrique.

et quelquefois des traces de pyrite et d'oxide de manganèse. L'essai docimastique a de même indiqué de 20 à 30 p. °/₀ de fonte, ou 14 à 22 p. °/₀ de fer malléable.

Les amas de la seconde série gisent souvent à la limite de la troisième et de la quatrième catégorie, et quelquefois au milieu de terrains de transport déposés à proximité de cette limite. Ils suivent également une ligne fréquemment interrompue, qui commence à Opagne et se poursuit vers les villages de Wéris, Heyd, Villers-Ste-Gertrude, Izier, Ozo, Lendrecy, Ville et My, dans le Luxembourg; Ferrière, Rouge-Minière, Filot, Xhoris, etc., dans la province de Liége.

Les amas entre schiste et calcaire ont tantôt le calcaire au toit et tantôt au mur. Ils se composent ordinairement de 0m35 à 1m50 de mine intercalée entre une mince couche d'argile adhérente au calcaire compacte, et un terrain aquifère formé d'argile mêlée à des détritus quartzeux, d'une couleur jaunâtre, blanchâtre ou noirâtre. Ce sont ceux dont les allures sont généralement les plus régulières, et où les eaux qui entravent l'exploitation trouvent le plus communément à s'échapper à travers le calcaire fissuré.

Les autres gisent au milieu de débris de roches schisto-quartzeuses, assis sur le calcaire ou sur les schistes qui lui sont inférieurs. Ils se présentent habituellement sous la forme de gouffres renfermant plusieurs petites couches de minerai, séparées par des lits d'argile. La limonite brunâtre, terne et compacte dans sa cassure, est le minerai essentiel de ces divers amas. En opérant sur plusieurs échantillons, j'ai

trouvé que sa densité varie entre 2.97 et 3.13, et que sa densité moyenne est de 3.05 environ. Quelques morceaux de cette substance emprisonnent complétement des boulets d'argile durcis par le temps, et qui rendent un son mat à leur intérieur. Un peu d'oligiste et de sidérose accompagne la limonite en certains endroits. L'oligiste s'hydrate assez vite dans les gites et dans les tas à la surface. Il est malheureusement trop rare; car il est très-pur et d'une densité de 3.75 à 3.86. La sidérose forme des rognons réunis en nids au milieu de la limonite. Elle est franchement compacte, d'un jaune brunâtre mat dans sa cassure fraîche, et d'un brun plus ou moins foncé, après quelque temps d'exposition à l'air. Son poids spécifique est de 3.13. On ne l'utilise point comme minerai. En l'attaquant à chaud par de l'acide hydrochlorique étendu, j'ai observé qu'elle renferme beaucoup de matière argileuse. Sept filons plombifères ont été reconnus dans les environs de Tellin, et ont motivé, en 1840, une concession qui n'a pas encore été exploitée. Ces gîtes renferment de la galène associée à un peu de pyrite. Ils n'ont été fouillés qu'à de très-faibles profondeurs, où ils étaient, le plus souvent, en étreinte et remplis d'eau gênant la marche des recherches.

La quatrième catégorie est souvent appelée calcaire de Givet. Elle est placée, presque partout, en saillie entre la troisième et la cinquième catégorie.

Quoique singulièrement contournée, sa limite méridionale est néanmoins ordinairement assez nettement marquée. Elle court, comme celle des poudingues, de l'est à l'ouest, à partir de la rive gauche de l'Homme, et du sud-ouest au nord-est, en quittant la rive opposée. L'on voit sur la carte que les roches des autres catégories affectent des directions générales sensiblement parallèles à celle du calcaire et des poudingues. Or, de même que les poudingues, le calcaire de Givet possède des caractères tellement tranchés, qu'il n'est pas possible de confondre ces deux roches avec celles qui les bornent de tous côtés. De là résulte qu'on peut les prendre

pour horizons géognostiques, et que la limite nord des poudingues peut servir à déterminer des points douteux de la limite sud du calcaire et *vice-versâ*.

Il est beaucoup plus difficile de tracer exactement la limite septentrionale de ce dernier, parce qu'elle forme une foule de sinuosités dont plusieurs ne pourraient être représentées à l'échelle de la carte, et parce que des mamelons calcaires percent çà et là au milieu des schistes de la cinquième catégorie. Deux des principaux de ces mamelons s'observent, l'un entre Heure et Nettine, et l'autre entre Hermane et Longueville. Comme ils sont sur une même direction parallèle à la direction générale des roches de la quatrième catégorie, il est probable qu'ils sont formés des mêmes bancs recouverts dans l'intervalle qui les sépare, et au-delà, par les schistes quartzeux de la catégorie suivante.

Excepté dans les environs de Durbuy, où l'on remarque une association de roches schisteuses, calcareuses et dolomitiques, la quatrième catégorie est essentiellement formée de calcaire compacte et de calcaire magnésien, parmi lesquels gisent des marbres; des minerais de fer, de plomb et de zinc; de la barytine, des pyrites et du sable.

Le calcaire compacte constitue la roche à la fois la plus utile et la plus abondante de la catégorie. Il sert, immédiatement, comme moëllons et comme pierres taillées assorties à divers usages. Converti en chaux, il vient en aide à la bâtisse et bien plus encore à l'amendement des terres. Il forme des cavernes à Marche, à On, à Aisne et dans plusieurs autres localités. Mais ce qui le rend le plus remarquable à ce sujet, c'est la propriété qu'il a d'absorber presque tous les cours d'eau qui le rencontrent et d'établir ainsi des *ponts naturels*, dont quelques-uns ont une demi-lieue de longueur. Les exemples de ce fait sont fournis par les ruisseaux de Ferrière, d'Houre, de Melines et d'Ave, à Vieuville, Sinsin, Hompteau et Wellin; par la Wamme à On, et principalement par la Lesse, qui s'engouffre dans les inextricables profondeurs de

la célèbre grotte de Han. La dolomie est beaucoup moins commune au sud-ouest qu'au nord-est de Marche. C'est une roche très-fendillée, tantôt grise et assez tenace, tantôt blanchâtre et arénacée, d'une stratification informe. Elle constitue un sol aride. On ne l'emploie à aucun usage économique important [1].

Il est digne de remarque que le calcaire qui touche à la dolomie se présente également plutôt en masse non stratifiée qu'en bancs réguliers, et qu'alors il devienne ordinairement un véritable marbre. Ce phénomène s'observe notamment dans le fond des Vaux, à Wellin, et auprès du village de Sey. Le marbre de Wellin présente communément un fond bleuâtre, grisâtre ou noirâtre, sur lequel se détachent diverses espèces de veines blanches ou de même teinte, mais plus prononcée que celle du fond. L'on a vu précédemment que les amas ferrifères de la troisième catégorie, au lieu d'être éparpillés au hasard, sont, au contraire, disposés avec une symétrie qui permet de les classer en deux séries. Un fait non moins digne d'attention est offert par les marbres rouges qui gisent entre la quatrième et la cinquième catégorie, ou qui percent à travers les schistes de cette dernière. Ces marbres se trouvent à proximité de Scy, de Tohogne, de Barvaux, de Septon, de Grand-Han, de Nettine, de Bourdon, de Humain et surtout de St-Remy, où on les exploite de temps immémorial. Ils sont, comme ceux de Wellin, en masse fissurée non stratifiée. Des essais chimiques, effectués sur plusieurs échantiltillons, m'ont appris qu'ils sont formés de proportions extrêmement variées de calcaire et de matière argileuse, et que leur coloration est généralement due à des quantités également très-variées de fer oxidé. Le marbre de St-Remy a communément une texture compacte, ou semi-cristalline,

[1] D'après M. Vicat, 30 à 40 parties de magnésie rendent hydrauliques 40 parties de chaux pure. C'est parce que les chaux du Lardin (Dordogne) renferment 42 p. °/₀ de magnésie, qu'elles sont très-hydrauliques. On commence à faire usage de la dolomie pour obtenir des chaux hydrauliques.

surtout quand il est veiné de blanc. Vu en tablettes polies, il présente un fond rougeâtre sur lequel apparaissent diverses sortes de dessins blanchâtres, bleuâtres ou verdâtres. Le plus estimé est celui qui porte le nom de Petit-Griotte et de Bleu-Fleuré. La variété à nuances verdâtres touche ordinairement aux schistes de même couleur; aussi, est-elle moins homogène, plus terne, plus remplie de défauts, et partant, beaucoup moins recherchée.

Outre quelques cavités peu profondes, contenant du sable utilisé pour la bâtisse, et qui se trouvent çà et là, entre Rochefort et Marche, Biron et Wéris, le calcaire de Givet renferme des substances métallifères en couches, en amas et en filons. Les couches n'existent qu'au sud-ouest de Marche. Elles sont formées de fer hydraté ou de sulfate de baryte, comme matière principale. Le fer hydraté a été reconnu en quantité trop peu abondante dans deux couches, entre Rochefort et Marche, et dans une troisième, au sud d'Ave, pour pouvoir promettre des extractions profitables au sein de ces trois gîtes. Pendant assez longtemps, on l'a exploité dans deux couches, à proximité de Han, mais cette exploitation a cessé depuis la mise hors feu des hauts-fourneaux du Luxembourg.

Quatre ou cinq couches de sulfate de baryte, associé à de la limonite et à de la galène, ont été explorées au nord du village d'Ave. Elles ont des épaisseurs variant entre 0m10 et un mètre. La limonite y est peu abondante; la galène ne semble pas pouvoir, à elle seule, donner lieu à une exploitation profitable; et quant à la barytine extraite jusqu'à présent, elle n'a pu trouver à s'écouler dans le commerce, où elle ne paraît avoir aucune valeur (1).

Les amas méritent à peine d'être cités. Ils se rencontrent à Froidlieu; sur le plateau du Jerny, c'est-à-dire entre Rochefort et Marche; puis entre Biron et Soy. Ceux de Froidlieu et

(1) La barytine d'Ave est aussi mêlée à de la fluorine sans usage.

du Jerny sont formés de fer hydraté, en grande partie extrait. Ils gisent dans des cavités très-irrégulières, d'une profondeur de 10 à 30 mètres. Les amas de Soy contiennent de la limonite terreuse accompagnée d'un peu de galène et de carbonate de zinc. Ils remplissent des crevasses généralement peu étendues et fort irrégulières. Des fouilles opérées sur quelques-uns d'entre eux, pour rechercher des minerais de plomb et de zinc, n'ont produit aucun résultat encourageant.

Les filons sont dans la quatrième catégorie, comme les amas couchés dans la troisième, les gisements métallifères les plus importants. La limonite est le minerai principal qui les compose; la galène et le sulfure de fer associés à cette dernière, ne constituent jamais qu'une minime partie de ces gîtes. Ils suivent tous une direction sensiblement parallèle, gisent ordinairement dans le calcaire compacte et quelquefois dans le calcaire compacte et dans la dolomie. Ils pénètrent rarement dans les roches de la cinquième catégorie et jamais dans celles de la troisième.

La limonite, sans mélange notable de galène et de pyrite, gît dans deux vestiges de filons épuisés au nord de Han, dans cinq filons inexploités depuis longtemps sur le plateau du Jerny, et dans deux autres filons, l'un à Septon, l'autre à Ware, qui appartiennent à la concession de Durbuy. Elle est tantôt terreuse, tantôt en morceaux plus ou moins volumineux. Sa densité varie entre 3 et 3.18.

Le filon de Septon, après avoir traversé le calcaire compacte mêlé de dolomie, pénètre dans les schistes de la cinquième catégorie, sur une longueur d'une centaine de mètres. Il a été exploré et exploité à une profondeur *maximum* de 62 mètres, point où les eaux viennent ordinairement submerger les travaux d'exploitation. Ses épaisseurs extrêmes sont $0^{m}25$ et $2^{m}00$, et son épaisseur moyenne est de $0^{m}60$.

Le filon de Ware est le plus important de la partie nord du Luxembourg. Il se renfle et semble se relever au jour en

s'approchant du versant nord-ouest de la vallée de l'Ourthe. Il est en étreinte dans son milieu, et bifurqué à l'endroit où il pénètre un peu aussi dans les roches de la cinquième catégorie. Vers l'Ourthe, il traverse des bancs schisto-calcareux au sein desquels il s'épanche depuis 7 jusqu'à 50 mètres d'épaisseur. On l'a exploré et exploité en cet endroit, sur une longueur de 400 à 500 mètres, et à une profondeur de 20 à 50 mètres. De la pyrite et un peu de galène ont été trouvées dans une galerie destinée à l'émerger à 75 mètres de la surface. Vers son extrémité nord-ouest, il a une puissance de 0^m25 à 2^m00, et renferme de la limonite ordinairement terreuse qui a été extraite presque partout à une profondeur de 20 à 50 mètres.

Le fer hydraté plus ou moins mélangé de pyrite et de galène, gît dans trois indices de filons sur le penchant sud-est du plateau du Jerny; dans trois autres indices situés près de Wéris, d'Heure et de Sinsin, et dans le filon d'Herbet appartenant à la concession de Durbuy. La galène n'est jamais assez abondante pour pouvoir être exploitée seule, en rejetant la limonite et les pyrites comme matières stériles. La pyrite ne forme souvent qu'un tout homogène avec la limonite qui acquiert alors une densité de 3.70 à 3.80, et devient impropre à la fabrication de la fonte. De là résulte que les gîtes dont il s'agit sont improductifs dans le Luxembourg.

La cinquième catégorie est beaucoup plus développée dans la province de Namur que dans celle de Luxembourg. L'aspect général du sol qu'elle constitue offre une répétition de montagnes parallèles, séparées par des vallées longitudinales ordinairement peu profondes.

Elle est formée de schistes, de calcaire et de psammites; à la base du dépôt, se trouvent des petits bancs de calcaire ou de calschiste intercalés au milieu des schistes. Ceux-ci sont grisâtres, olivâtres, verdâtres ou rougeâtres. Les deux dernières variétés limitent habituellement les marbres rouges

de la quatrième catégorie. Le dépôt comprend ensuite des schistes et des psammites grisâtres; puis il se termine par des roches analogues généralement plus tendres, plus fossilifères; d'une couleur rougeâtre et jaunâtre.

La sixième catégorie ne forme qu'une petite bande dans le nord de la province, où elle est composée de calcaire compacte et de petit granit. Celui-ci paraît être trop sec, trop fissuré et trop rempli d'autres défauts, pour pouvoir remplacer les granites des provinces de Namur et de Liége dans les constructions monumentales du Luxembourg.

§ 4. *Terrain houiller.*

La septième catégorie présente sur le territoire de la commune de Bende, une portion d'un petit bassin houiller, placé au sommet d'une montagne assez élevée, dans une dépression du calcaire carbonifère qui le limite de tous côtés. Elle est composée de grès jaunâtres, de schistes noirâtres et de terre houille.

Les grès passent quelquefois aux psammites. Ils sont intercalés au milieu des schistes pyriteux noirâtres qui forment la majeure partie des roches du dépôt.

La terre houille constitue quatre petites couches inclinées au sud-est. La première, à partir du fond, est sans valeur industrielle. Elle ne contient, sous une épaisseur de 0^m10 en moyenne, qu'un charbon schisteux qui n'a plus été jugé digne d'être exploité depuis 1820. La couche suivante est formée de deux veinettes épaisses de 0^m10 à 0^m15, séparées par un banc de schiste. Elle n'est point susceptible, non plus, d'être exploitée avec profit. La troisième couche, appelée *Belle-Veine*, est la plus importante du bassin. Ses puissances extrêmes sont 0^m10 et 1^m00; et sa puissance moyenne exploitable, est de 0^m20 à 0^m30. Elle est souvent en étreinte, et de plus, elle fait des sauts fréquents qui la rendent peu avantageuse à exploiter. Elle est maintenant à peu près com-

plétement déhouillée, au niveau d'une galerie d'écoulement la plus basse que l'on puisse creuser, et qui est établie à 50 mètres en moyenne de la surface. La dernière couche, nommée *Veinette*, est à 2 ou 3 mètres au-dessus de la précédente. Elle suit les allures de la *Belle-Veine* et éprouve presque toujours les mêmes accidents. Sa puissance est de 0^m12 à 0^m30. Elle fournit, comme la *Belle-Veine*, un charbon qui s'emploie pour le chauffage et pour la fabrication de la chaux.

Toute la partie exploitable du bassin houiller de Bende, est concédée depuis l'année 1839.

CHAPITRE II.

GÉOGÉNIE.

Il est à supposer que si le plateau ardoisier de l'Ardenne, dont la limite est indiquée sur la carte, n'était pas entièrement émergé à l'époque de la formation des sept dépôts dont je viens de parler, il avait déjà éprouvé un commencement d'exhaussement au moment de la création des premiers, et probablement une émersion totale au moment de la création des autres. Cette hypothèse s'appuie sur l'attitude beaucoup plus grande du plateau ardoisier, eu égard à celle des dépôts postérieurs [1]; sur sa stratification plus redressée, en selles rares, presque toujours brisées; et sur l'absence complète à sa surface de fragments de roches calcaires, provenant de la quatrième ou de la sixième catégorie.

[1] Voici l'attitude, au-dessus du niveau de la mer, à Ostende, de quelques points pris dans le Luxembourg :

PLATEAU ARDOISIER DE L'ARDENNE.		3e CATÉGORIE.	5e CATÉGORIE.
Neufchâteau. 490m	Bastogne. . . 510m	Grupont . . . 226m	Marche. . . . 210m
Recogne. . . 494	Warnach. . . 459	Hédré 254	Hotton. . . . 175
Transinne . . 419	Harre 473	Chavanne. . . 257	Rochefort . . 171
St.-Hubert. . 426	Manhay . . . 444		Barvaux . . . 159
Champion. . 485	Fraiture . . . 638		

Les schistes grossiers des deux premières catégories, ont beaucoup d'analogie avec certains schistes des dernières assises du plateau ardoisier. Ils sont, comme eux, généralement quartzeux et encore assez durs pour ne point se déliter notablement à l'air. Les grès et surtout les psammites, sont plus communs qu'en Ardenne proprement dite ; et quant aux poudingues, ils sont formés de fragments quartzeux beaucoup plus gros que ceux du terrain ardoisier. Ces roches schisto-quartzeuses sont quelquefois cimentées et colorées par des substances ferroso-manganeuses, dont il existe des gisements à Champlon, à Bihain, à Lierneux et dans d'autres lieux, sur le plateau de l'Ardenne. Leur texture grossière, leur composition hétérogène où l'on trouve des quartz blancs, des quartzites, des schistes et des matières colorantes semblables aux substances analogues qui gisent en Ardenne proprement dite, doivent les faire ranger parmi les derniers termes de la série de terrains sédimentaires, qui s'arrête aux poudingues de Wéris.

Un tout autre ordre de choses se manifeste après ces poudingues : les schistes deviennent plus argileux, plus tendres, plus décomposables à l'air ; le calcaire et les fossiles apparaissent abondamment.

Les premiers sont encore des dépôts sédimentaires qui ont pu se consolider sous l'influence d'une pression moins forte que leurs devanciers. Le calcaire est probablement un dépôt chimique postérieur à l'émersion du plateau de l'Ardenne. Les fossiles, relativement très-rares, dans les terrains sous-jacents, marquent l'époque de la prise de possession définitive de la vie organique sur notre planète. Des sources minérales, d'une énergie en rapport avec les phénomènes géologiques de l'époque, ont pu émettre le calcaire à l'état de bi-carbonate soluble. Celui-ci a pu se précipiter après, comme carbonate neutre, par suite du dégagement de l'excès d'acide carbonique. Le test des mollusques et des autres coquillages vivant alors dans la mer, a pu se former avec la

matière calcaire précipitée, et cette dernière, aidée par l'acide carbonique mis en liberté, a pu provoquer dans certains endroits du globe, une végétation très-active dont les débris ont plus tard créé les dépôts houillers.

La dolomie n'occupe que des *taches* dans le calcaire de Givet. Elle est fendillée, pauvre en fossiles, et d'une densité supérieure à celle du calcaire compacte. Cette manière d'être s'explique, quand on considère cette roche comme provenant de modifications partielles du calcaire par l'intrusion de la magnésie. La magnésie qui est volatile au-dessous de son point de fusion, a pu s'échapper de certaines roches pyroïdes, pour venir occasionner un retrait dans quelques masses calcaires, en les changeant en double carbonate, par voie de cémentation.

Les marbres rouges sont en masse non stratifiée, quelquefois disloquée. Ils renferment à Grand-Han, des spirifères, des encrines, et surtout des madrépores assez bien conservés. Ils gisent, comme on sait, entre des schistes ferrugineux rougeâtres et verdâtres, dans le voisinage du calcaire compacte; et ils contiennent plus ou moins de calcaire, plus ou moins d'argile, plus ou moins de matière colorante.

Ne peut-on, d'après cela, attribuer leur formation aux dernières émissions des sources minérales qui venaient de déposer le calcaire de Givet, et qui se seraient fait jour, çà et là, à travers les schistes, près de la limite des quatrième et cinquième catégories? Dans cette hypothèse, la solution aqueuse aurait retenu du calcaire, de l'argile et de l'oxide de fer en proportions variées, qu'elle aurait précipités, dans des espaces restreints, sous forme de masse, et avec des marbrures analogues à celles qui se produisent dans le savon. Les fossiles se seraient conservés comme dans tout dépôt aqueux.

Les gîtes métallifères renferment de l'oligiste, de la limonite, de la sidérose, de la pyrite, de la galène, de la barytine et de la smithsonite.

L'oxide hydraté est le plus commun des minerais de fer. Il constitue des amas, des couches et des filons dans la troisième, la quatrième et la cinquième catégorie; ces gisements sont ordinairement emboîtés dans des débris argilo-quartzeux qui ont été remaniés par les eaux, et quelquefois, ils contiennent des morceaux de mine qui emprisonnent tout à fait des boulets d'argile. Il est probable que leur formation est postérieure à celle du calcaire compacte; car ils remplissent des cavités formées dans ce dernier; l'oxide qui les compose est rarement carbonaté, et de plus, il est à croire qu'il n'était pas notablement dissous dans les eaux à l'époque de la précipitation des calcaires, puisque ceux-ci sont très-peu ferrugineux.

Comme l'oxide de fer est plus volatil encore que la magnésie, et qu'il ne remplit pas indifféremment toutes les crevasses superficielles et contemporaines d'un même dépôt, on peut supposer qu'il s'est sublimé de l'intérieur dans des gîtes dont la nature a été plus ou moins modifiée par les eaux.

Les carbonates de fer et de zinc peuvent avoir été formés, comme le calcaire, par la ségrégation opérée dans leurs bicarbonates, ou par des dégagements d'acide carbonique à travers leurs oxides récemment sublimés. La chaux, d'ailleurs, qui est volatile comme la magnésie, peut avoir été primitivement dissoute dans les eaux, puis successivement précipitée *en bancs calcaires*, par des afflux puissants d'acide carbonique, émanés de volcans sous-marins. Cette supposition, que la science et l'observation des phénomènes volcaniques actuels justifient, rend mieux compte que celle des sources minérales, de la stratification en bancs réguliers et non en masse informe, des roches calcareuses.

La pyrite et la galène ne peuvent avoir été sublimées, puisque la chaleur les décompose plus ou moins. Elles sont probablement le résultat de précipitations effectuées par le sulfide hydrique des volcans, au milieu des solutions de fer et de plomb. La barytine peut provenir de l'action des vapeurs d'acide sulfurique sur la baryte ou sur son carbonate, etc.

CHAPITRE III.

ÉCONOMIE.

§ 1er. *Agriculture.*

Généralement parlant, la nature du sol arable est en rapport avec celle des détritus des roches sous-jacentes ou peu éloignées. Elle doit donc être d'autant plus favorable à la culture, que les roches sur lesquelles ce sol repose contiennent en plus exacte proportion les divers éléments minéraux qui composent la bonne terre végétale; et d'autant plus défavorable, que le contraire est plus manifesté. Quand une contrée renferme à sa surface, de l'argile imprégnée de sels inorganiques, du calcaire et du terreau, en quantités suffisantes et convenablement appropriées, son sol peut se cultiver tel qu'il est, en remplaçant par des engrais les pertes que le terreau, qui est moins inépuisable que l'argile et le calcaire, éprouve par les phénomènes de la végétation et par l'action des agents atmosphériques. Si elle est dépourvue de quelques-uns de ces éléments, il faut suppléer aux deux premiers par des amendements, et au troisième par des engrais.

La vie végétale n'est pas seulement influencée par la composition chimique du sol qui l'entretient, elle l'est aussi par ses propriétés physiques, par sa disposition et par certains objets environnants.

A la baraque de Fraiture, près des Tailles, sur le plateau ardoisier de l'Ardenne, où l'altitude est de 638 mètres au-dessus du niveau de la mer, aucun engrais joint à un amendement calcaire ne pourrait certainement produire des fruits délicats, comme il en vient à Rochefort, par exemple, où l'altitude n'est que de 171 mètres.

Le froid rigoureux qui règne une grande partie de l'année dans les environs de Fraiture, ajouté aux changements de température brusques et quelquefois très-prononcés qui s'y font sentir pendant l'été, a la plus fâcheuse influence sur la

végétation. On s'explique ces circonstances atmosphériques nuisibles, quand on envisage la hauteur du plateau des Tailles, les marais et les bois qu'il recèle, la couleur noirâtre et le peu de fermeté de la terre végétale qui le recouvre. Les couches d'air qui circulent à sa surface devraient n'être que de 1 à 2 degrés plus froides qu'à Rochefort, si l'altitude contribuait seule à diminuer leur température. Il n'en est pourtant pas communément ainsi : parce que l'horizon y est plus étendu, que, par suite, le rayonnement vers l'espace n'y est guère entravé, et que le refroidissement de l'air reçoit encore un surcroît d'énergie, par la vaporisation qui s'opère sur les fanges et dans les bois où le sol est ordinairement plus humide qu'ailleurs. La terre, à cause de sa couleur foncée, doit beaucoup rayonner elle-même, et beaucoup se refroidir. Sa légèreté doit augmenter encore sa réfrigération, en facilitant la vaporisation de l'eau dont elle s'imbibe constamment; car les pluies, les neiges, les brouillards sont relativement très-fréquents dans cette localité, où des mélanges de vapeurs à différentes températures s'opèrent sans doute souvent, et précipitent l'eau de l'atmosphère. Ces inégalités météorologiques profondes et trop répétées produisent l'hiver des gelées qui bouleversent le sol et déracinent les plantes, et des transitions l'été, sous l'influence desquelles peu de végétaux peuvent prospérer.

Ces quelques réflexions fondamentales suffisent pour prouver que les questions d'améliorations agricoles sont beaucoup moins faciles à résoudre que certaines personnes ne se l'imaginent, et elles expliquent pourquoi tant de projets insensés, émis de toutes parts pour améliorer la face de toute une contrée, sans tenir compte de la nature des différentes roches qui la composent, des aspérités de son sol, des bois, des marais, des abris, etc., qu'elle renferme, dorment dans un linceul d'oubli après avoir occasionné plus ou moins de mécomptes. Cela devait inévitablement arriver : car nous avons vu que, rien que dans la partie septentrionale du

Luxembourg, il existe sept catégories de roches bien distinctes, supportant des sols différents, qui, de temps immémorial, ne sont point cultivés d'une manière identique, et ne fournissent point des produits semblables en tout. Que serait-ce si, au point de vue agricole, l'on soumettait à un examen géologique, topographique et météorologique, le plateau ardoisier de l'Ardenne et les terrains secondaires qui le confinent au sud dans la province?

Il est si vrai que la nature et la disposition des roches impriment presque toujours un cachet ostensible aux localités qui les recèlent, que, de temps immémorial, ce cachet a été distingué et a reçu des dénominations variées par des peuples qui étaient bien plutôt agriculteurs que géologues. Des exemples de ce fait nous tombent sous la main dans la contrée qui nous occupe, et qui a été partagée en trois pays, connus sous les noms d'*Ardenne*, de *Famenne* et de *Condros*.

C'est une erreur de croire et une injustice de propager que l'Ardennais est comme honteux de passer pour tel, en prétendant, dans certaines localités, que le lieu qu'il habite est en dehors de l'Ardenne. Quiconque connaît bien l'Ardennais, a pu se convaincre qu'il est trop intelligent et trop sensé pour s'attirer un semblable ridicule. Si, dans certains lieux, il répond à des étrangers que ses pénates ne sont point dans ce qu'il entend par *véritable Ardenne*, c'est qu'il a raison. En effet, nos deux premières catégories de roches, à cause de leur moindre élévation et d'un rideau de forêts qui les protége contre les courants d'air froid qui règnent sur le plateau ardoisier, sont sous l'influence d'un climat sensiblement plus doux que ce dernier. Cela est rendu incontestable, presque chaque hiver, par les neiges qui y tombent moins abondamment et qui y fondent plus tôt qu'en Ardenne proprement dite. Le sol y est généralement aussi plus sec et moins profond; la bruyère, qui est une plante adventice luxuriante du plateau ardoisier, y est à la fois plus rare et plus frêle; ce qui fait que les montagnes en friche,

indépendamment de leur surface plus arrondie, y offrent encore un aspect plus nu qu'en Ardenne proprement dite. On voit donc qu'il existe une différence réelle et facile à apprécier, entre les caractères du plateau ardoisier et ceux des deux premières catégories. C'est pour cela que, si l'on veut rester d'accord avec les idées du pays, on doit limiter l'Ardenne proprement dite au plateau ardoisier, et l'Ardenne prise dans sa signification générale, aux poudingues de Wéris, c'est-à-dire à l'ensemble du terrain ardoisier, tel que nous l'entendons. Au delà des poudingues, le climat est plus doux encore; la terre donne des produits meilleurs et plus variés, les animaux sont ordinairement plus grands. C'est à partir des poudingues que commence la *Famenne*, qui comprend les trois catégories suivantes. Le *Condros* s'étend ensuite sur les deux dernières catégories, bien qu'il comprenne plus particulièrement le calcaire carbonifère ou la sixième catégorie.

On peut dire que, jusqu'à présent, l'Ardenne proprement dite, ne récolte en grand, ni froment, ni épeautre; tandis que l'épeautre commence à remplacer le seigle sur les deux premières catégories de roches, où la culture est d'ailleurs plus favorisée par la proximité de l'amendement calcaire.

La *Famenne* produit toutes sortes de céréales, des pommes de terre, des légumes et des fruits, généralement meilleurs qu'en Ardenne. Elle ne doit guère lui envier que le bois de ses forêts, le miel de ses abeilles, les gigots de ses moutons et les jambons de ses porcs. Elle repose sur deux bandes schisto-quartzeuses séparées par une bande calcareuse où elle puise ses amendements et ses matériaux de construction. Un coup d'œil jeté sur la carte révèle un fait remarquable : c'est que toutes ses habitations sont construites sur les bandes schisteuses, et principalement vers les limites du calcaire. Nous en connaissons la raison, puisque le calcaire, si utile d'ailleurs, ne tient ordinairement pas l'eau, et que cet élément est indispensable à l'économie domestique.

Les rares exceptions à ce sujet ne sont encore, le plus

souvent, qu'apparentes; car les petits hameaux et les quelques maisons isolées qui se trouvent sur le calcaire, existent presque toujours dans des endroits où des matières schisto-quartzeuses imperméables à l'eau, sont intercalées entre les bancs calcareux ou bien emboîtées dans des selles formées par ces derniers.

La bande schisto-quartzeuse inférieure est abritée vers le sud par la ligne des poudingues. Elle a environ une demi-lieue de largeur à la gauche de l'Homme, où elle forme de bonnes terres à cultiver et faciles à amender, dans les environs des villages de Bure, Tellin, Resteigne, Wellin et Lomprez. Elle est plus resserrée, plus montagneuse et généralement moins fertile, entre l'Homme et l'Ourthe. On ne la cultive presque pas à la droite de l'Ourthe, où elle est plus étroite encore, et où des blocs de poudingues parfois énormes recouvrent fréquemment le sol arable.

La bande calcaire présente des circonstances inverses. Elle forme, à la gauche de l'Homme, un sol mouvementé, rocailleux, dénudé, qui ne produit guère que des haies et des pâturages. Mais à la droite de l'Homme, des campagnes magnifiques et fertiles reposent sur elle, notamment sur le Jerny et dans le voisinage de Soy, Wéris, Heyd, Izier, My et Tohogne. Elles sont d'autant meilleures, que le sol arable y est plus profond et qu'il est moins exposé à trop se dessécher par la disposition des roches encaissantes.

Les schistes de la dernière bande ont une tendance marquée à se déliter à l'air. Si ce délitement a lieu sur le penchant des montagnes que les eaux de pluie creusent perpétuellement, il produit, à la longue, dans les fonds, une terre végétale qu'on laboure, ou qui forme d'excellentes prairies, telles que celles de la vallée de Beauraing, de la Lesse, de la Marchette et de l'Ourthe. Ce sont probablement de semblables atterrissements qui empêchent l'Ourthe de disparaître comme la Lesse, en traversant le calcaire. Les flancs des montagnes rapides restent alors à nu et deviennent com-

plétement arides, si l'on ne prend soin de les boiser. L'on a songé à profiter de cette désagrégation spontanée, pour livrer à la culture certains endroits peu inclinés et stériles, en pratiquant des *défoncements*. Cette opération consiste à bêcher la roche schisteuse à une vingtaine de centimètres de profondeur, pour en accélérer la conversion en terre végétale. L'on obtient ainsi une couche arable qui s'ameublit et que les labours successifs augmentent de plus en plus. C'est dans cette partie de la Famenne que se trouvent la belle terre d'Ardenne et le château de Ciergnon, appartenants au roi.

Le Condros est plus intéressant que la Famenne et surtout que l'Ardenne, au point de vue agricole; mais comme il présente très-peu de développement dans le Luxembourg, je dois me dispenser d'en parler ici.

§ 2. *Carrières.*

J'ai dit quelques mots dans la description des catégories, des quelques carrières de grès, de psammite et de sable, peu importantes, que renferme la partie nord de la province. Je n'ai pas plus à dire des poudingues qui embarrassent le sol arable et servent rarement comme pierres réfractaires, ou comme meules de moulin de qualité inférieure. Les pierres calcaires sont les meilleurs matériaux de construction en Ardenne, en Famenne et en Condros. A cause de la cherté des transports, on ne peut les employer que comme chaux, marbres et pierres taillées en Ardenne. Les habitants des deux bandes inférieures de la Famenne peuvent les employer aux mêmes usages, et, en outre, comme moëllons. La bande supérieure, dans le voisinage du calcaire, est dans le même cas; mais, dans sa partie médiane, les constructions importantes se font en briques médiocres, fabriquées sur les lieux, et les autres, en bois et torchis, avec couverture en

paille. Les incendies sont à craindre au milieu de ces dernières; cependant, c'est en grande partie à cause d'elles qu'un règlement du conseil provincial qui prescrivait partout des toitures en ardoise, n'a pas reçu d'exécution, parce que l'on a objecté que leurs charpentes ne sont point en état de supporter une couverture en ardoise, et qu'il serait impossible de faire changer à la fois la charpente et la toiture par la plupart des habitants, qui ne voudraient ou ne pourraient en faire la dépense.

Les besoins de l'Ardenne et de la Famenne ont motivé depuis longtemps l'établissement d'un grand nombre de carrières, toutes à ciel ouvert, vers les deux limites du calcaire de Givet. Nous avons dit que les unes produisent des marbres gris à Wellin, où on les polit, et des marbres rouges à Saint-Remy, où l'on ne fait que les scier en blocs. La position des autres est indiquée sur la carte, à proximité de Froidlieu, Wellin, Resteigne, Wavreille, Forrière, Marche, Opagne, Barvaux, Tohogne, Durbuy et My. La pierre qu'on y exploite est un calcaire compacte gris-bleuâtre passant rarement au petit granit. On la taille pour toutes sortes d'usage; et ce n'est que dans quelques constructions monumentales de la province, qu'on lui substitue quelquefois le granit de la province de Namur ou de celle de Liége.

§ 3. *Chaux.*

Le carbonate de chaux rend à la contrée des services non moins importants, par sa conversion en alcali terreux. La pierre que l'on calcine a communément une texture franchement compacte, une couleur gris-bleuâtre ou gris-noirâtre, veinée ou non de blanc. Sa densité varie entre 2.6627 et 2.7233. Le mètre cube massif pèse de 2,662 à 2,723 kilogrammes, et le mètre cassé en morceaux pour la calcination, a un poids de 14 à 1500 kilogrammes. La meilleure pour l'agriculture, c'est-à-dire celle qui fournit la chaux la plus foisonnante,

gît ordinairement vers le milieu ou vers la limite nord de la quatrième catégorie. Elle est douée d'un faible reflet brun-jaunâtre. Elle n'exhale point d'odeur fétide par le choc, ni d'odeur argileuse sous l'haleine. Sa poussière est d'un gris presque blanc. En opérant sur un échantillon de 9 grammes, l'analyse chimique m'a donné :

Eau.	0.555
Substances argileuses	0.667
Chaux	55.860
Acide carbonique	42.918
Carbonate pur	98.778

Cette pierre exige de $^1/_5$ à $^1/_6$ de son volume en charbon pour être bien calcinée. La chaux vive obtenue rend un son assez clair et pèse 900 kilogrammes environ le mètre cube. J'ai constaté, en octobre dernier, qu'elle foisonne par un arrosage ménagé, dans le rapport de 1 à 2.10, en passant à l'état de poudre impalpable. On m'a écrit ensuite de Beauraing, qu'un volume de chaux vive que j'avais laissé s'éteindre spontanément, avait produit 2.8 volumes de chaux fusée, après une quinzaine de jours d'exposition à l'air. La chaux fusée par arrosage pesait 650 kilogrammes le mètre cube, en moyenne, et se vendait fr. 2 80 c^s. Le prix du mètre cube de la chaux en morceaux était de fr. 5 60 c^s auprès des fours.

La pierre de qualité inférieure gît principalement vers les schistes de la troisième catégorie, de la composition desquels elle participe plus ou moins. Elle est d'un gris-bleuâtre plus ou moins foncé. Elle répand une forte odeur argileuse quand on projette l'haleine dessus. Sa poussière est d'un gris plus marqué que celle de la variété précédente.

Soumise à l'analyse, comme celle-ci, elle m'a donné :

Eau.	0.600
Substances argileuses	19.973[1]
Oxide de fer et perte.	0.097
Chaux	45.030
Acide carbonique	34.300
Carbonate pur.	79.330

Elle n'exige que de 1/6 à 1/8 de son volume en charbon pour être bien calcinée. La chaux vive obtenue rend un son mat ; le mètre cube pèse à peu près 880 kilogrammes, et se vend 6 francs à Wavreille. En la faisant fuser comme celle de Beauraing, j'ai observé que son volume n'augmente que dans le rapport de 1 à 1.70 environ. Le mètre cube fusé pesait 630 kilogrammes et se vendait 2 50 à 3 francs.

Il existe une trentaine de fours à chaux, la plupart auprès des routes, groupés aux lieux indiqués sur la carte, dans le voisinage de Beauraing, Pondrome, Halma, Wavreille, Marche et Soy. Ils ont des capacités de 5 à 60 mètres chacun, marchent de six à neuf mois de l'année, occupent en tout une centaine d'ouvriers, et produisent, avec de la houille des bassins de Liége et de Charleroy, 125 à 175 mètres cubes de chaux en morceaux, par 24 heures, ou environ 30,000 mètres cubes par année. C'est avec cette chaux que le gouver-

(1) Dans mes analyses, j'ai dosé l'eau directement, et l'acide carbonique par le précipité d'oxalate de chaux, débarrassé de l'oxide de fer. Le poids des matières argileuses a été obtenu par différence. Je n'ai point cherché à reconnaître la présence des alcalis dans la liqueur séparée de l'oxalate de chaux, parce que je n'avais pas les réactifs convenables à ma disposition. Il serait intéressant de procéder à une pareille recherche, à cause du rôle que les sels alcalins jouent dans la nutrition des plantes, de l'usage que l'on fait de la chaux pour l'agriculture et de l'ignorance où l'on est encore en ce qui concerne les divers effets qu'elle produit en pareil cas. M. Girardin, de Rouen, rapporte que MM. Kuhlmann et Vogel ont prouvé, en 1840, que toutes les pierres calcaires, de formation ancienne ou nouvelle, renferment des quantités notables de chlorure de potassium et de sodium, des silicates, des sulfates et des carbonates de potasse et de soude. Or, pendant la calcination de la pierre, les silicates alcalins, décomposés par la chaux vive ou carbonatée, produisent de la potasse et de la soude qui se mêlent à la chaux et en augmentent la causticité. M. Descroilles a reconnu cette augmentation de causticité de la chaux, bien avant 1840.

nement se propose d'alimenter les magasins qu'il vient de créer pour l'amendement de l'Ardenne proprement dite. L'autre partie de l'Ardenne prend sa chaux aux fours mêmes.

§ 4. *Mines.*

Toute la partie exploitable du petit bassin houiller de Bende étant concédée et à peu près entièrement déhouillée au niveau de la galerie d'écoulement, il en résulte que ce qu'il reste de meilleur à prendre dans ce bassin se trouve actuellement au-dessous de l'arène; mais à cause des accidents et du peu d'épaisseur des couches dont j'ai parlé, il est probable qu'une extraction en ce point ne se continuerait pas longtemps avec profit.

Les mines de plomb mêlé ou non à du fer, sont, comme je l'ai dit précédemment, sans valeur industrielle dans la partie du Luxembourg dont il s'agit.

Les amas ferrifères de la première série n'offrent quelque intérêt qu'à la gauche de la Wamme. Plusieurs renferment de l'eau qui entrave déjà l'extraction à quelques mètres de la surface. Ils sont d'ailleurs souvent en étreinte à une profondeur de 10 à 30 mètres au plus. Les minerais schisteux fossilifères qu'ils contiennent ont été traités pendant longtemps assortis avec les minerais calcareux du Jerny et des environs de Han, pour obtenir des fontes fer métis, dans les usines de Neupont, de Poix et de St-Michel. Depuis la ruine de ces usines, aucun gîte ferrifère n'a été exploité dans la province, à la gauche de l'Ourthe. Les filons de Septon et de Ware sont, avec les amas de la seconde série, les seuls gisements importants des environs de l'Ourthe, dans le Luxembourg. Depuis la mise hors feu du haut-fourneau de la Roche à Fresne, tous les minerais qu'on y extrait doivent se transporter vers Liége, où on les mêle avec des minerais des bords de la Meuse, pour fabriquer des fontes de qualité supérieure. Ce transport ne peut se faire que par eau; et, comme le batelage sur l'Ourthe n'est ordinairement praticable que quelques mois de l'année, et qu'il est en outre assez coûteux

il arrive périodiquement que la mine s'amoncelle auprès des bures d'exploitation au point de forcer à interrompre toute espèce d'extraction pendant plus ou moins de temps. Les gisements ont été explorés et exploités presque partout où ils méritaient de l'être, jusqu'aux points où l'affluence des eaux venait rendre les travaux inhabitables, sans l'emploi de machines d'épuisement reconnues trop dispendieuses pour des exploitations de ce genre.

Les travaux ne sont cependant jamais descendus au delà de 60 à 70 mètres, et le plus souvent ils sont restés à une profondeur inférieure à 30 ou 40 mètres. Ils ont fait voir que certains amas se trouvent en étreinte soit dans le sens de la profondeur, soit dans celui de la direction, et ils ont naturellement jeté beaucoup de désordre dans les gîtes qui renferment encore du minerai exploitable vers la surface. Cette dernière circonstance se présente surtout dans la commune de My, qui contient les amas les plus riches et les plus exploités de la contrée qui nous occupe. Le terrain y a été tellement remué par des mineurs plus ou moins experts dans leur art, qu'assez souvent de très-gros blocs de minerai gisent au milieu d'anciens travaux en désordre, dont les ruines ont longtemps servi à les cacher.

La partie septentrionale du Luxembourg est, comme le reste de la province, sillonnée de routes. Cinq routes à peu près parallèles, passant à Beauraing, Neupont, Rochefort, Marche et Aywaille, la traversent du nord-ouest au sud-est. Ces cinq routes sont, en outre, reliées de Beauraing à Halma et d'Aywaille à Transinne. Cependant, comme les pierres calcaires, la chaux et les minerais de la Famenne sont des matières pondéreuses qui doivent se transporter au loin pour être rendues aussi utiles que possible à la province, il va de soi que leur production pourrait prendre un bien grand accroissement, si le projet de canaliser l'Ourthe jusqu'à Hotton et de traverser le Luxembourg par un chemin de fer ramifié, n'est pas destiné à rester indéfiniment ajourné.

Arlon, 18 février 1849.

APPAREIL DE SURETÉ

POUR LES CHAUDIÈRES.

M. A. Dunn, auteur d'un appareil de sûreté pour les générateurs de vapeur, a rendu compte de son invention, à peu près dans les termes suivants, à la société des arts et sciences de Londres, en séance présidée par S. A. R. le prince Albert, en juin 1849, séance dans laquelle le prince lui a remis de sa main la grande médaille de la société.

« J'appellerai du nom d'appareil thermo-électrique télé« graphique, tout le système que j'ai l'honneur de mettre « sous les yeux de la société : c'est une combinaison du « thermomètre et de l'électricité pour indiquer et détermi« ner la température et la pression des fluides par des si« gnaux acoustiques, spécialement applicables à des chau« dières à vapeur. Il consiste aussi dans une combinaison de « l'appareil électrique avec le manomètre, au moyen de « laquelle tout degré de pression peut être indiqué dans les « chaudières.

« Cette invention est basée sur ce principe fondamental « qu'une certaine quantité de mercure prendra un volume « déterminé pour une température donnée. Ceci étant une « vérité reconnue, il deviendra aussi évident que, si un « tube en fer, rempli de mercure, se trouve fixé contre la

« paroi intérieure d'une chaudière, et que la partie gra-
« duée apparaisse au-dessus de la chaudière, le degré d'ex-
« pansion de ce mercure pourra facilement être observé
« pour toute température déterminée. Ce point établi, on
« comprendra de même que le cercle électrique, par un ar-
« rangement qui lui est propre et bien connu de fils conduc-
« teurs joints à une batterie galvanique ordinaire, peut être
« formé par l'expansion du mercure à quelque température
« qu'on le requière, et que, dans cet état, une cloche placée
« dans le cercle électrique, et construite comme celles dont
« on se sert communément dans les appareils électro-télé-
« graphiques, produira le signal d'alarme.

« Il est évident qu'un nombre indéfini de cloches ou autres
« signaux peuvent être employés, pourvu que chacun se
« trouve bien placé dans le courant électrique. Ces signaux
« pourront être établis à telle place qu'on voudra, la dis-
« tance n'étant pas limitée. Le manufacturier pourra les
« mettre dans son comptoir; le capitaine de vaisseau dans sa
« cabine, et ils pourront à tout moment (éveillés ou endor-
« mis) être avertis que leur chaudière cesse de marcher dans
« les conditions voulues de température. Je parle de la *tem-*
« *pérature* et non de la pression, qui est également indi-
« quée, parce que je crois que c'est le seul vrai critérium de
« la sécurité; et comme mon appareil marche seulement par
« une expansion de mercure provenant de l'augmentation de
« la température, je n'éprouve aucune hésitation pour affir-
« mer qu'on le trouvera efficace pour le but proposé.

« On peut construire cet appareil de manière à obtenir des
« signaux à différents degrés de température, mais dans la
« pratique journalière il suffit d'une seule température fixée;
« de sorte que si j'ai une chaudière et que je veuille marcher
« à une température de 260° Farenheit (126° $^2/_3$ centigrades)
« qui doit donner une pression de vingt livres par pouce
« carré (1 $^1/_3$ atmosphères), je fixe le fil conducteur dans le
« tube de manière que la pointe vienne juste au-dessus de la

« surface du mercure à la température de 260° Farenheit.
« Ceci étant fait, si la température de la chaudière, pour « quelque cause que ce soit, excède 260°, le mercure dilaté « complète le cercle électrique et donne immédiatement un « signal d'alarme, et cette opération se fera d'une manière « totalement indépendante de la pression de la vapeur dans « la chaudière. En conséquence si la chaudière s'échauffe « sans faire monter pour cela la pression correspondante, « l'attention des ingénieurs est immédiatement provoquée, « quoique les soupapes de sûreté et le manomètre n'indi- « quent point la présence du danger.

« Dans le modèle et les dessins que j'ai l'honneur de met- « tre sous vos yeux, vous remarquerez qu'il y a deux tubes « thermométriques. » (M. Dunn fait ici mention d'un tube secondaire appliqué à la chaudière et d'une cloche spéciale d'essai uniquement destinés à s'assurer si l'appareil galvanique est en ordre; ceci n'est qu'un hors-d'œuvre scientifique auquel il est inutile de s'arrêter, puisque dans la pratique journalière il n'est point nécessaire de s'en servir.)

« Ayant décrit la partie de mon invention qui regarde la « température, et que je considère comme la plus importante, je veux maintenant vous donner une esquisse de « l'application du même principe aux manomètres ordinaires. « On peut l'adapter à tous les manomètres actuellement en « usage. Je prendrai pour exemple le manomètre vulgaire dont « l'action repose sur ce principe, que l'air atmosphérique comprimé occupe un volume inversement proportionnel à la « pression. Je fixe une vis de pression à la boîte en fer con- « tenant le mercure, à l'effet de joindre ce dernier au moyen « d'un fil conducteur avec l'un des pôles de la batterie gal- « vanique. Au tube en verre qui se trouve enchâssé dans « cette boîte, et dans lequel s'élève le mercure, sont adaptés « à différentes hauteurs, des fils de platine hermétiquement « scellés dans la paroi qu'ils traversent, de manière que le « mercure lorsqu'il monte dans le tube par l'effet de la pres-

« sion de la vapeur, vienne successivement en contact avec « ces fils. Ainsi que vous pouvez le voir par le modèle qui se « trouve sur la table, chacun de ces fils de platine se termine « au dehors du tube par un manchon muni d'une vis de « pression. Maintenant si jattache à chacun de ces man- « chons un fil en cuivre allant aboutir au pôle opposé de « la batterie, il est évident que toute cloche placée dans le « cercle électrique, donnera le signal d'alarme instantané- « ment, dès que la pression de la vapeur aura contraint le « mercure qui se trouve dans le tube à s'élever jusqu'aux fils « en platine qui se trouvent liés à la batterie. Si donc je « désire travailler à une pression de huit livres par pouce « carré, j'attache le fil en cuivre communiquant avec les si- « gnaux et la batterie au manchon le moins élevé, et aucun « signal ne sera donné aussi longtemps que la pression nor- « male sera maintenue; mais si le mercure s'élève en raison « d'une pression de neuf livres par pouce carré, le cercle se « complète immédiatement et les signaux d'alarme sont don- « nés. De même si je désire travailler à une pression de 10 ou « 12 livres par pouce carré, j'attache le fil conducteur au se- « cond ou au troisième manchon, et ainsi de suite pour toute « pression requise jusqu'à ce que j'arrive à la fin de l'échelle, « chaque fil de platine étant isolé, excepté celui qui répond « à la pression qu'il s'agit de signaler. Je pense que cette « annexe aux manomètres sera trouvée utile pour avertir « d'un excès de pression dans une chaudière à vapeur ; mais « je ne puis assez insister sur mon intime conviction, que « l'emploi des manomètres et la confiance qu'on leur accorde « sont basés sur un principe erroné pour ce qui regarde le « travail des machines à vapeur.

« Je me réfère à cette société pour juger si les considéra- « tions que j'ai présentées ce soir sur les causes détermi- « nantes des explosions des chaudières à vapeur, et les con- « séquences que j'ai déduites des différentes théories des « hommes de l'art, m'autorisent à persister dans cette con- « viction. Mais quelle que soit la théorie que vous adoptiez au

« sujet de ces terribles accidents, vous ne pouvez vous refu-
« ser à admettre que la température, ou en d'autres termes,
« la chaleur en est la première cause, puisque personne n'a
« jamais entendu dire qu'une chaudière ait fait explosion
« sans feu.

« Je viens de montrer par une série d'expériences que la « température peut être obtenue sans un développement « correspondant de vapeur ([1]). Je puis affirmer, je pense, « sans crainte d'être contredit, que la pression provenant de « la vapeur ne peut être obtenue sans température. Si j'ai « tort dans cette assertion, j'admets franchement que mon « invention est sans valeur pour ce qui regarde cet objet que « je considère comme de la dernière importance. Mais j'ai « une telle confiance dans la pratique de mon opération au « point de vue de la sécurité pendant le travail des chau- « dières, que je me flatte de l'espoir que le temps n'est pas « éloigné, où, dans le langage des mécaniciens, au lieu d'en- « tendre un ingénieur parler de la *tension* de la vapeur dans « une chaudière, nous entendrons celui-ci parler de la *tem- « pérature*. »

([1]) Annexe. — *Expériences sur l'eau à l'état sphéroïdal dans un bain de mercure.* (Juin 1849.)

Avec un vase en fer-blanc poli, l'eau éclate en vapeur à environ 350° Farenheit, en se servant d'eau chaude. Dans cette expérience l'eau resta pendant un temps considérable à l'état sphéroïdal après que la lampe fut retirée du bain.

Avec un vase en fer brut, il fut nécessaire de chauffer le bain jusqu'à 430° à 435° Farenheit, pour amener l'eau chaude à l'état sphéroïdal; et une fois dans cet état, elle y resta jusqu'à 415° Farenheit, alors elle éclata en vapeur.

Avec l'eau froide et le même vase en fer, le bain montra une température de 455° à 460°, avant que l'eau prît l'état sphéroïdal, mais elle resta ainsi jusqu'à ce qu'elle fût refroidie à environ 370° F[t], avant d'éclater en vapeur.

Ainsi, en se servant d'eau chaude :

1° Dans un vase poli, l'explosion eut lieu à . . . 350°
2° Dans un vase en fer brut, l'état sphéroïdal s'obtint à . . . . 435°
Et l'explosion à . . . . 415°
Différence . . . . . 20°.

En se servant d'eau froide :

Avec un vase en fer brut :	état sphéroïdal. . .	460°
	explosion	370°

Différence . . . . . 90°.

La différence de la température du vase entre l'eau chaude et l'eau froide était de 25° F[t] de plus pour la froide.

Nota. L'eau étant à l'état sphéroïdal dans le vase en fer, fut remuée avec un bâton, et aussi longtemps que la chaleur fut maintenue, elle n'éclata pas en vapeur ; ce qui démontre que l'état de repos n'est point essentiel.

Chaque expérience fut repétée plusieurs fois.

CREUSEMENT,

A TRAVERS LES SABLES BOULANTS, D'UN PUITS VERTICAL DE LA MINE DE BOIS-DES-VALLÉES, A PIÉTON, DISTRICT DE CHARLEROI.

NOTICE

PAR M. HANCART,

SOUS-INGÉNIEUR HONORAIRE DES MINES, DIRECTEUR DE CHARBONNAGES.

Le terrain houiller, dans l'étendue de la concession de Bois-des-Vallées, à Piéton, près Fontaine-l'Évêque, est recouvert par le terrain crétacé qui, en cet endroit, a environ 28 mètres de puissance. Ce mort-terrain renferme trois couches de *sable boulant :*

La 1re	à 3m	de profondeur	et d'une	puissance	d'env.	1m	
2e	» 12	»	»	»	»	4	
3e	» 22	»	»	»	»	5	40.

Voici, du reste, la coupe générale du mort terrain :

1m22	terrain sablonneux rempli de pierres;
1 12	sable gris;
1 07	» » (boulant) [1er niveau];
3 32	argile rouge, sablonneuse et remplie de pierres;
4 84	» bleue;
2 60	sable blanc;
3 32	» » (boulant) [2e niveau];
2 63	argile bleue;
» 15	sable rouge;
1 34	» blanc;
» 90	» gris;
4 57	» bleu (boulant) [3e niveau];
» 10	» rempli de silex;
27m18	

Les deux premières couches ont pu être traversées assez facilement par un boisage provisoire (v. fig. 1), composé de cadres distants entre eux d'environ 0^{m}25, et reliés par des porteurs vers les angles. Ce reliement était complété au moyen de lattes en bois, alternant avec des lames en fer, d'une longueur d'environ 3^{m}50, embrassant par conséquent plusieurs cadres. De plus, à chacun des angles, et sur toute la hauteur du puits, se trouvait un *faux-coin* cloué solidement aux cadres de revêtement.

Derrière ce boisage, on avait soigneusement établi une garniture double et croisée de paille et de *sclimbes* (petites perches); et l'on avait, par ce moyen, assez bien maintenu le sable boulant.

Le sable de la troisième couche était trop fluide, pour qu'on pût employer un mode analogue de revêtement provisoire; et l'on procéda comme suit :

Étant arrivé à la tête de la couche, on plaça une tournée de cuvelage, assemblée à queue d'aronde, que l'on établit de niveau, à la partie inférieure du puits. On mit ensuite d'autres cuves sur une hauteur d'environ 5 mètres, en ayant bien soin de maintenir la verticalité du tube.

Cela fait, on fit agir quatre vis de pression aux quatre angles du puits (la fosse était carrée et de 2 mètres de côté), et au fur et à mesure de la descente du cuvelage, on ajoutait d'autres cuves à la partie supérieure.

On comprend combien il était essentiel de bien répartir la pression sur chacune des quatre vis, afin de maintenir le cuvelage dans une position verticale.

Il arrivait assez souvent qu'un des angles du cuvelage éprouvait plus de résistance que les autres dans sa descente; alors, un ouvrier employait un instrument en fer (fig. 2 et 3) dont il faisait glisser l'extrémité, le long de l'angle en souffrance, et il parvenait, au moyen d'un battage plus ou moins long, à rendre la descente uniforme.

Autant que possible, on s'est gardé d'extraire le sable et

l'eau contenus dans le tube descendant, afin d'éviter de produire des excavations derrière le cuvelage. Cette extraction ne fut tolérée que pour le cas, où l'un des angles, descendant difficilement, l'ouvrier éprouvait trop de peine à en débarrasser la partie inférieure.

Afin de relier le plus possible les pièces de cuvelage, et empêcher toute dislocation dans la descente, des lames de fer pliées à angle droit étaient clouées dans chacun des angles et à chaque tournée de cuves ; de même que sur chaque pan, étaient également clouées deux lignes verticales de ces lames de fer.

La descente moyenne était d'environ 0^m20 par vingt-quatre heures.

Enfin, le cuvelage atteignit le terrain houiller : mais comme la tête de ce terrain était fendillée et décomposée par les eaux, on parvint, en employant les outils dont nous avons parlé plus haut, à enfoncer le cuvelage à 0^m80 de profondeur dans ce terrain.

On commença donc l'extraction de l'eau et des sables que contenait le cuvelage ; et, arrivé à environ 1 mètre de la partie inférieure, l'on garnit tout le pourtour du puits de madriers d'environ 1 $^1/_2$ pouce d'épaisseur, et d'environ 2 mètres de longueur. La partie inférieure était taillée en biseau, afin de pénétrer facilement dans le terrain, et la partie supérieure était garnie d'une frette en fer, afin d'empêcher le fendillement des madriers dans l'enfoncement à coups de masse. Ces madriers étaient assemblés à rainure et languette. Ils furent donc enfoncés à environ 0^m50 en dessous du cuvelage et la fosse fut complétement déblayée.

Le travail ultérieur allait consister dans le suivant : après avoir ôté deux madriers, on devait pratiquer en dessous de la dernière pièce du cuvelage, une excavation égale à la section de la pièce de cuve à adapter en descendant. Aussitôt que cette excavation était faite, on la remplissait de mousse et on remettait en place les deux madriers. On continuait la même

opération en enlevant un, ou deux, ou trois madriers à la fois, selon la consistance du terrain, de sorte que lorsque la fosse eut été excavée suffisamment, on eût placé en descendant une tournée de cuves. La mousse que l'on tassait derrière empêchait le sable d'arriver et l'on pouvait placer une seconde tournée, et ainsi de suite jusqu'à un terrain assez dur; alors, on enfonçait le puits jusqu'à la rencontre d'un terrain convenable pour y asseoir la trousse à picoter, et l'on remontait avec le cuvelage, afin de venir se relier avec le cuvelage descendant resté en l'air.

Telle était la marche que l'on se proposait de suivre dans le travail; mais elle a dû bientôt être abandonnée; car aussitôt que l'on eut ôté les deux premiers madriers, le terrain était tellement fendillé que le sable boulant fit irruption dans la fosse, et la remplit, en quelques secondes, à environ 5 mètres de hauteur.

Une seconde épreuve fut tentée et essuya le même sort. Une troisième tentative eut pu compromettre le puits, et l'on dut y renoncer. D'ailleurs, les vides pouvaient être assez considérables derrière le cuvelage, et un nouvel éboulement de sable devenait très dangereux.

Nous fîmes donc construire immédiatement un cuvelage en bois, d'une épaisseur de 20 centimètres, et destiné à être placé à l'intérieur du premier. La tournée inférieure était taillée en biseau (fig. 4) et recouverte d'une tôle de 0^m005 d'épaisseur, fixée au moyen de vis à bois et servant ainsi de couteau. Il y avait entre le premier cuvelage et le cuvelage intérieur $^1/_2$ centimètre de jeu.

Ayant donc monté dans la fosse, environ 1 mètre de ce cuvelage, on établit les quatre vis de pression et on les fit agir. On dégageait à l'aide du pic et avec beaucoup de précautions la partie inférieure du petit cuvelage ou le couteau. Ce petit cuvelage atteignit ainsi une hauteur d'environ 3 mètres. Il était par conséquent parvenu dans le terrain houiller à une profondeur d'environ 2 mètres; et, en cet endroit,

le terrain houiller était assez ferme et assez serré pour empêcher toute fuite de sable.

Cela fait, la fosse fut approfondie d'une dizaine de mètres, et l'on trouva un terrain convenable pour y asseoir la trousse à picoter.

En commençant cet approfondissement l'on eut soin de garantir le couteau et de tailler en conséquence le terrain en forme de bouteille, comme l'indique la fig. 5.

La trousse étant picotée, on s'éleva en plaçant du cuvelage à la manière ordinaire, et dès que l'on s'approchait du couteau, on préparait la place de chaque tournée de cuves. On plaçait donc une première tournée et l'on pratiquait alors l'excavation propre à en recevoir une seconde que l'on plaçait, et ainsi de suite.

Dès que l'on fut arrivé au couteau, on enleva la tournée inférieure qui portait ce couteau et l'on pratiqua une excavation convenable pour placer sur le cuvelage inférieur, une nouvelle tournée de pièces de cuves. On continua ce travail, en enlevant le cuvelage intérieur pièce par pièce, de sorte qu'il ne resta plus entre les deux cuvelages supérieur et inférieur, qu'une hauteur de petit cuvelage d'environ 1^{m}50.

Le terrain était trop mauvais pour que, sans compromettre le puits, nous pussions songer à nous raccorder directement. Il fallut donc laisser un cuvelage intérieur de raccordement. Or, comme ce puits était destiné à l'aérage, nous avons cherché à obtenir la plus grande section possible. Le puits ayant 2 mètres de section, n'aurait plus eu en cet endroit qu'une section de 1^{m}58. Afin d'obvier à cet inconvénient, nous avons imaginé de remplacer ce cuvelage en bois par un autre, en fonte, d'une épaisseur de 0^{m}05, y compris les rebords; de sorte que le puits, dans ce rétrécissement, conservait néanmoins une section de 1^{m}90, soit donc 0^{m}10 de rétrécissement, sur une hauteur de 1^{m}50 environ.

Ce cuvelage fut formé de quatre tournées de cuves, d'une hauteur de 0^{m}40 chacune et d'une épaisseur de 0^{m}03.

L'épaisseur, à l'endroit des rebords, était de 0m05. Les joints verticaux se trouvaient dans les angles (fig. 7). Les joints horizontaux et verticaux étaient rabotés, afin d'obtenir un assemblage parfait. De plus, les rebords, tant horizontaux que verticaux, étaient percés de trous, distants entre eux de 0m10, et destinés à recevoir des boulons.

Les pièces de ce cuvelage furent donc descendues dans le puits et assemblées sur le petit cuvelage intérieur ; et toutes les précautions furent prises pour qu'il se trouvât parfaitement de niveau.

Les vis de pression firent donc descendre à la fois les deux cuvelages intérieurs superposés (fig. 5); et au fur et à mesure que les cuves en bois arrivaient au niveau du cuvelage inférieur, elles étaient enlevées et remontées au jour. Ce travail fut continué jusqu'à l'enlèvement complet du cuvelage en bois, qui, par l'effet de cette descente, avait donc été remplacé par le cuvelage en fonte. Celui-ci venait se reposer sur la partie supérieure du cuvelage inférieur dont la dernière tournée était taillée de manière à venir arraser les rebords inférieurs du cuvelage en fonte.

Afin de rendre ce rétrécissement peu sensible, on avait aussi disposé les trois dernières tournées de cuves du cuvelage inférieur, de manière à venir opérer le raccordement au moyen d'une surface courbe.

Pendant la descente du cuvelage en fonte, il était à craindre que le sable boulant ne fût entraîné avec lui. Pour l'en empêcher, on avait disposé derrière le cuvelage en fonte et de la manière indiquée par la fig. 6, de petites planchettes (*a*) sur tout le pourtour du puits. Leur longueur était d'environ 0m45 et leur largeur de 0m10 à 0m15. Le pied (*b*) de ces planchettes était arrêté par la paroi du puits, et la partie supérieure (c) sur laquelle glissait le cuvelage se trouvait arrondie et taillée en sifflet. Entre ces planchettes et la roche, on introduisait de la mousse qui empêchait ainsi le passage du sable. L'on conçoit en effet que pendant cette descente du

cuvelage en fonte, la planchette conservant la même position, la partie supérieure rejettait le sable du côté de la mousse.

Entre le cuvelage en fonte et le cuvelage supérieur en bois, l'on introduisit de la mousse et des étoupes, au moyen d'un calfat excessivement mince, et l'on recouvrit le bord supérieur du cuvelage en fonte, d'un coin en bois (fig. 6) que l'on fixa au cuvelage, au moyen de vis à bois.

Afin d'effacer les rebords du cuvelage en fonte on y plaça une garniture en bois pour arraser ces mêmes rebords.

Les joints, tant horizontaux que verticaux, étant rabotés, on se contenta de la juxta-position; et la rouille, qui ne tarda pas à se former, rendit les joints parfaits.



MINES.

CREUSEMENT DES GALERIES,

A TRAVERS LES TERRAINS MOUVANTS.

PAR M. V. BOURY,

ASPIRANT ET SOUS-INGÉNIEUR HONORAIRE DES MINES.

Au nombre des terrains que l'on est souvent obligé de traverser, soit pour atteindre ou pour assécher les gîtes de substances minérales, soit pour creuser des canaux, pour percer des tunnels, etc., il n'en est pas qui présentent plus de difficultés que les couches ou bancs de terrain meuble, connus sous les noms de *sables mouvants*, de *sables boulants*, ou, simplement, de *boulants ;* en général, ils sont composés de sables siliceux à grains très fins, noyés dans une quantité d'eau considérable et quelquefois telle que le mélange ne forme plus qu'une sorte de vase ou de boue liquide.

Il est inutile d'insister pour faire comprendre ce que l'exécution de galeries dans de semblables terrains doit avoir de laborieux et de pénible : agissant, par suite de leur fluidité, à la manière des liquides, ils pressent, dans tous les sens, les parois des excavations et affluent incessamment, dans les espaces déblayés, par les moindres ouvertures laissées dans ces parois ou qui viennent à s'y former. Toujours l'attention doit être éveillée, l'ouvrier sur ses gardes, si l'on ne veut voir anéantir en quelques minutes le fruit du travail de plusieurs semaines et quelquefois de plusieurs années. Et ce-

pendant, cette lutte de tous les instants contre le flot envahisseur pour l'empêcher de se frayer un passage à travers le revêtement dont on garnit les parois, n'est, pour ainsi dire, que peu de chose vis-à-vis des obstacles que l'on rencontre lorsqu'il s'agit de faire avancer la galerie ; ici est, en effet, le difficile et quelquefois même l'impossible ; entamer ce terrain coulant, aussitôt remplacé qu'enlevé, et cela sans être débordé, sans occasionner de vide dans la masse environnante, sans déterminer d'affaissements à la surface, sans rien enlever qui ne soit nécessaire, tel est le problème à résoudre et dont la solution a souvent échappé, heureux alors, quand, aux pertes de temps et d'argent, ne vient pas se mêler le regret de la perte d'un plus ou moins grand nombre d'ouvriers, tout à coup surpris et submergés par la subite irruption de la matière liquide.

Il existe très peu de relations de travaux exécutés pour le percement de galeries dans des terrains mouvants ; cela provient, sans doute, de ce que, anciennement, lorsqu'on rencontrait des sables boulants, on était obligé, après quelques essais infructueux, d'abandonner le travail, et qu'il entrait peu dans les habitudes des mineurs de décrire les travaux qu'ils étaient amenés à exécuter dans le cours de l'exploitation de leurs mines ; il est d'ailleurs à présumer, que les anciens mineurs n'ont rencontré que rarement des terrains de cette nature, attendu qu'ils établissaient presque toujours leurs travaux d'exploitation dans les endroits où les substances minérales étaient le plus facilement abordables, c'est-à-dire, où elles se trouvaient le plus rapprochées de la surface ; ce n'est que plus tard, lorsque l'exploitation des mines acquit une plus grande importance, que l'on rencontra, quelquefois, des sables mouvants, lorsque l'on dut traverser les terrains crétacés (ou morts-terrains comme on les désigne dans le Hainaut) qui recouvrent souvent les bassins houillers, pour atteindre, à une plus grande profondeur sous le sol, les couches de ce précieux combustible, ou lorsque l'on fut obligé

d'établir des galeries très longues dans le terrain anthraxifère ou autres, pour aborder les gîtes métallifères que ces formations renferment.

Dans ces derniers temps, on a rencontré, plusieurs fois, des terrains plus ou moins mouvants dans certains travaux de mines et dans ceux que nécessitait l'établissement des canaux et des chemins de fer ; on a proposé différents moyens pour exécuter des galeries dans ces terrains ; plusieurs ont été appliqués et ont plus ou moins bien réussi ; d'autres n'ont, jusqu'ici, reçu aucune application.

Parmi les procédés qui ont été employés, nous citerons celui de M. Brunel, ceux au moyen de palplanches et cadres en fer, et de palplanches et cadres en bois ; enfin, celui inventé par M. Durieux, directeur de la mine de la Louvière à St-Vaast (Hainaut), et qui consiste à pénétrer dans le terrain au moyen d'une espèce de bouclier formé de picots jointifs.

Le premier, imaginé par M. Brunel, et connu sous le nom de bouclier de Brunel, n'a servi que pour le percement du tunnel sous la Tamise, entre Wapping et Rotherhithe, où l'on a rencontré des terrains ébouleux et très difficiles à maintenir.

Le deuxième procédé, celui au moyen de cadres et palplanches en fer, imaginé par un ingénieur allemand, a été employé, avec succès, dans la mine d'alun de Freienwald, pour traverser des terrains ébouleux renfermant de l'eau en assez grande quantité.

Le troisième moyen, qui est le procédé ordinaire, est celui qui a été le plus généralement employé; presque toujours il a réussi lorsque les galeries n'avaient que de petites dimensions et que les sables n'étaient pas d'une mobilité excessive ; mais il n'en a pas été de même pour celles à grande section : dans plusieurs circonstances, après avoir vainement essayé de marcher avec des palplanches, on s'est vu obligé de déblayer sur de grandes hauteurs, d'exécuter à ciel ouvert le conduit en maçonnerie, puis de remblayer.

Enfin, le procédé au moyen de picots, a été appliqué par M. Durieux lui-même au percement d'une galerie d'écoulement à St-Vaast, et, plus tard, par M. Simon (Victor), directeur de la société de la Nouvelle-Montagne, au passage des sables mouvants rencontrés par une galerie à Engis (Liége).

Ayant eu occasion de suivre, dans les principaux détails de leur exécution, les travaux pratiqués à St-Vaast et à Engis, nous avons pensé qu'on ne lirait pas, sans intérêt, la relation de ces deux grands ouvrages d'art; mais, afin que l'on puisse comparer entre eux les différents moyens à l'aide desquels on a, jusqu'aujourd'hui, exécuté les galeries souterraines dans les terrains meubles ou mouvants, nous croyons utile de donner, d'abord, une relation succincte des travaux exécutés au tunnel sous la Tamise et à la mine d'alun de Freienwald, et de décrire, d'après les observations que nous avons été à même de faire, la manière d'opérer le percement des galeries dans les sables mouvants au moyen du procédé ordinaire, c'est-à-dire, en employant des palplanches et des cadres en bois pour maintenir les parois, et des madriers jointifs pour arrêter le sable au front de la galerie.

Cette notice formera d'ailleurs le complément de celle qui a été insérée dans le tome VII des *Annales des Travaux Publics*, dans laquelle nous avons décrit le fonçage à travers les sables mouvants d'un des puits de la mine de Strépy-Bracquegnies.

Procédé de M. Brunel.

Pour exécuter le tunnel sous la Tamise, entre Wapping et Rotherhithe, M. Brunel, ingénieur anglais, fit employer, en 1825, un procédé qui convenait fort bien pour des terrains ébouleux et très peu coulants, mais qui n'aurait pu être appliqué si l'on avait rencontré des sables assez mouvants. Les circonstances toutes particulières qu'a présentées le terrain que l'on avait à traverser, et, l'avantage du procédé de M. Brunel pour percer des galeries de très grandes di-

mensions dans des terrains ébouleux où l'emploi des autres moyens connus aurait été impossible, nous ont engagé à donner une description succincte des travaux remarquables qui ont été exécutés pour établir ce tunnel.

Voici, d'après M. Burat (Géologie appliquée), et d'après d'autres articles qui ont été publiés à ce sujet, la manière dont le travail a été exécuté.

Après avoir reconnu, par trois lignes de sondages parallèles, qu'il y avait, au-dessous de la Tamise, une couche d'argile assez dense et assez épaisse pour y établir le tunnel, et, qu'au-dessous de cette couche, venait un banc de sable mouvant de 15 mètres de puissance, dont on devait se tenir éloigné, on résolut de percer le tunnel à la profondeur de 19 mètres sous la Tamise. Le terrain qui se trouvait au-dessus de la couche d'argile était sablonneux, très perméable aux eaux et aurait été fort difficile à soutenir.

Pour atteindre le niveau de percement de la galerie au moyen d'un plan incliné, il aurait fallu ouvrir de grandes tranchées qui auraient occasionné des frais considérables pour l'extraction des déblais et pour maintenir convenablement les talus ; d'ailleurs, les localités ne s'y prêtaient pas. On dut donc enfoncer un puits. On vint se placer à 35 mètres environ de distance de la Tamise et l'on creusa un puits devant avoir 16 mètres de diamètre intérieurement après la pose du revêtement en maçonnerie. On creusa d'abord 2 à 3 mètres dans le terrain superficiel ; on établit un rouet en bois, formé de madriers enchevêtrés les uns dans les autres, sur lequel on éleva une tour en maçonnerie sur une hauteur de 12 mètres. Ce rouet était lui-même fixé sur un anneau en fonte, taillé en biseau à sa partie inférieure de manière à pénétrer facilement dans le terrain. On donna à la maçonnerie un mètre d'épaisseur, et, de distance en distance, on plaça des rouets en charpente de 0^m30 de largeur ; tous les rouets furent traversés par des tringles en fer qui les réunissaient ensemble et rendaient ainsi solidaires toutes les parties de la

maçonnerie. On plaça, à la partie supérieure de la tour, un dernier rouet, aussi relié aux précédents par des tringles en fer, sur lequel on établit la machine à vapeur qui devait servir à l'extraction des déblais et à l'épuisement des eaux; de cette manière, le poids de la maçonnerie augmenté de celui de la machine, facilitait l'enfoncement de la tour dans le terrain.

La tour put descendre par son propre poids jusqu'à la profondeur de 10 mètres où l'on rencontra des roches solides; elle avait été si bien construite qu'une descente instantanée de 25 centimètres qui eut lieu, n'occasionna aucune détérioration.

On continua alors l'enfoncement du puits, sur une profondeur de 10 mètres, dans ces roches solides, et on éleva un revêtement en maçonnerie qui vint rejoindre celui que supportait la trousse coupante. Arrivé à cette profondeur de 20 mètres, on fit descendre intérieurement une tour de 8 mètres de diamètre, qui devait former un puisard dans lequel les eaux d'infiltration seraient venues s'amasser et dont elles auraient été extraites facilement par le moyen des pompes; mais, à peine avait-elle pénétré de quelques mètres, que le terrain se défonça subitement parce que l'on avait atteint les sables mouvants qui se trouvaient en dessous du banc d'argile. On parvint néanmoins à établir convenablement ce puisard et l'on commença le percement du tunnel.

Ce tunnel, devant être divisé en deux parties, exigeait que l'on donnât à l'excavation une forme rectangulaire de 10^{m}60 de large sur 6^{m}30 de haut; et, afin de laisser une épaisseur suffisante de terrain au-dessous de la plus grande profondeur du fleuve, on donna à la galerie une inclinaison descendante de 2 centimètres environ par mètre. A mesure que l'on avança, on établit, sur deux rangées parallèles, des voûtes solides destinées à supporter le poids énorme de terrain et d'eau situé au-dessus; ainsi le tunnel fut construit en même temps que l'on exécutait les travaux de percement.

Pour pratiquer l'excavation et pour avancer d'ensemble

sur toute l'ouverture de la galerie, on se servit d'un appareil appelé bouclier, composé de douze châssis en fonte de 6m30 de haut sur 0m88 de large, simplement posés à côté les uns des autres. Ces châssis étaient divisés en trois compartiments, en sorte que leur ensemble présentait, disposées sur trois rangs, trente-six cellules dans lesquelles se trouvaient les ouvriers qui faisaient les déblais et assuraient le terrain en avant, et les ouvriers maçons qui, sur le derrière des cellules, bâtissaient simultanément. Les châssis étaient butés contre la maçonnerie déjà faite au moyen de vis de pression, placées en haut et en bas, qui les faisaient avancer au besoin ; à leur partie supérieure, étaient des pièces de bois qui soutenaient le plafond. Enfin, contre le sol se trouvaient des planchettes d'étai serrées contre le terrain au moyen de vis appuyées suivant toute la longueur des châssis. Les ouvriers enlevaient successivement ces planchettes, excavaient derrière jusqu'à environ 0m20 de profondeur et les replaçaient ; de cette façon la paroi verticale était toujours maintenue. Lorsque l'abattage avait été ainsi fait sur toute la surface du rectangle, on desserrait les vis d'étai d'un châssis et on les faisait avancer au moyen de grandes vis butées contre la maçonnerie. Tous les châssis ayant marché, la maçonnerie était augmentée d'un rang de briques. Un chariot mobile amenait les matériaux à hauteur, de sorte que les diverses opérations de l'excavation et du muraillement étaient conduites simultanément.

Malgré les difficultés de l'entreprise et la complication des moyens, on parvint à pratiquer 80 mètres de la galerie sans accident ; mais à cette distance, les couches de terrain dans lesquelles on pénétra étant devenues molles et peu capables de supporter le poids de l'eau située au-dessus de l'excavation, principalement dans les grandes marées, il se forma vers le sommet du bouclier une excavation qui livra passage à des terres noires très mélangées d'eau ; quoique cette irruption de matière boueuse fût assez vive, on parvint à s'en rendre maître et l'on continua le travail d'avancement. Arrivé

à 100 mètres, le terrain que l'on traversait étant fortement détrempé, on eut à lutter contre une nouvelle irruption de boue et d'eau ; en voulant enlever une des planches appliquées contre le devant de l'excavation, la terre céda sous la pression de l'eau augmentée par une marée extraordiniare, se fit passage à travers les cellules du bouclier et l'irruption de la rivière menaça de devenir terrible; on parvint encore à la repousser.

Les quinze mètres suivants furent exécutés très rapidement et sans accident ; mais ensuite, à mesure que l'on avança, comme l'on s'approchait de plus en plus du point le plus bas du lit de la Tamise, les difficultés augmentèrent et le travail devint de plus en plus pénible ; lorsque le tunnel eut atteint une longueur de 160 mètres, le terrain céda sous le poids de l'eau qui pénétra avec abondance et vint en peu de temps inonder tous les travaux. Le trou par lequel l'eau s'était introduite, était chaque jour élargi par la force des marées. On se décida alors à venir le boucher en opérant dans la Tamise même ; pour cela, on couvrit de toiles goudronnées la partie du fleuve où l'accident avait eu lieu; par dessus on jeta de la terre glaise délayée, enfermée dans de petits sacs que l'on accompagnait de temps à autre de gravier; ces sacs furent munis de baguettes de 4 mètres de long, au moyen desquelles ils ne tardèrent pas à former une sorte de réseau irrégulier dont toute la masse fut retenue et condensée contre le bouclier. Le trou était devenu si considérable qu'il fallut, pour le combler, 2,500 tonnes de terre glaise ou de gravier. Des machines à vapeur furent amenées pour épuiser les eaux des galeries ; mais il fallut du temps pour que les matériaux qui obstruaient le trou pussent acquérir une consistance capable de fermer toute issue à l'eau du fleuve ; d'abord, il arriva que les machines gagnaient pendant les marées basses sur le courant d'eau qui s'introduisait dans le tunnel ; dans les marées hautes, au contraire, le courant l'emportait sur les machines. Enfin celles-ci obtinrent un avantage permanent et l'on put épuiser l'eau qui se trouvait dans le souterrain. Il fallut deux mois pour

enlever les terres qui le remplissaient presqu'entièrement. Malgré ce grave accident, la maçonnerie fut retrouvée tout à fait intacte.

A dater de ce moment, le service devint extrêmement pénible ; la pression énorme qui s'exerçait contre le bouclier le rompit sur plusieurs points ; on parvint à le réparer chaque fois, non sans grandes difficultés.

Lorsque l'on fut arrivé à une distance de 180 mètres, une nouvelle irruption des eaux vint encore inonder tous les travaux. On parvint à boucher l'ouverture par où elles affluaient, en opérant comme on l'avait fait précédemment, et, pour ce nouveau travail, on dut employer 4,000 tonnes de terre glaise et de gravier. Après avoir épuisé les eaux, enlevé les terres, on trouva encore la maçonnerie en bon état et l'on put continuer le travail.

On n'eut plus dans la suite, à essuyer des irruptions aussi terribles que cette dernière ; à mesure que l'on avançait, le travail devint plus facile, parce que, comme l'on s'éloignait toujours davantage du fond de la rivière, le terrain présenta plus de solidité. Pendant le percement des 200 mètres de tunnel qu'on avait encore à établir, il n'arriva plus que quelques petites irruptions dont on put facilement se rendre maître, car on avait acquis de l'expérience.

Lorsque le tunnel eut atteint une longueur de 380 mètres, on mit son extrémité en communication avec la surface, au moyen d'une tour semblable à celle que l'on avait établie à son ouverture et dont nous avons parlé plus haut.

Le procédé dont nous venons de donner une description succincte, était bien préférable, dans cette circonstance, à tous ceux que l'on employait généralement à cette époque, pour pratiquer des galeries de grandes dimensions dans les terrains peu résistants ; il présentait l'avantage de diviser le travail au front de la galerie et de pouvoir établir le revêtement en maçonnerie sur toute la section de la galerie à la fois, en le faisant suivre de très près l'excavation ; il eut été

bien difficile dans un terrain aussi peu stable que l'était celui dans lequel on a travaillé, d'opérer l'excavation et le muraillement par portions détachées ; on eût été exposé à voir, à chaque instant, le front de travail s'ébouler, et la portion de maçonnerie non complètement fermée, céder sous la pression que le terrain exerçait sur elle.

Bien que ce procédé convienne parfaitement lorsque l'on a à traverser des terrains ébouleux ou peu coulants, il ne pourrait cependant suffire si l'on rencontrait des terrains très mouvants ; il serait, en effet, impossible de maintenir la matière contre les parois et au front de travail, sans chasser des palplanches dans le terrain suivant tout le pourtour de la galerie, et sans appliquer contre le front, une garniture capable de maintenir et d'empêcher l'écoulement de la matière ; cependant, dans ce cas, le bouclier serait encore avantageusement employé pour des galeries à grande section où l'on aurait établi convenablement ces palplanches et cette garniture, parce qu'il permettrait d'étager les ouvriers et qu'il servirait en même temps à consolider les pièces de bois de grandes dimensions que l'on placerait contre le front de travail pour maintenir le terrain.

Travail au moyen d'arcs et de palplanches en fer.

A la mine d'alun de Freienwald, on a employé pour traverser en galerie, des terrains ébouleux, un procédé qui consiste à se servir de palplanches horizontales et d'arcs en fer, au lieu de palplanches inclinées et de cadres en bois ; il présente sur les autres procédés, l'avantage de n'exiger aucune espèce de boisage, de ne pas forcer de donner à la galerie des dimensions beaucoup plus grandes que celles qu'elle doit avoir après la pose du revêtement définitif en maçonnerie ; enfin, de permettre d'établir immédiatement la maçonnerie au fur et à mesure que la galerie avance.

Ce procédé économique et d'une exécution assez facile pour le percement des galeries dans des terrains ébouleux,

ou peu coulants, ne pourrait être employé avec succès dans des terrains très mouvants, à moins qu'on n'établisse un revêtement provisoire en bois; encore, aurait-on beaucoup de peine à boucher convenablement toutes les ouvertures par où la matière boueuse pourrait se frayer un passage; de plus, il ne pourrait être employé dans les terrains peu mouvants que lorsque la galerie aurait des dimensions assez grandes, car, l'on serait considérablement gêné par les cintres que l'on devrait établir pour exécuter la maçonnerie qui suit toujours, de très près, le front de travail.

Pour donner une idée suffisante de ce procédé, nous ne pouvons mieux faire, que de transcrire ici, la description qu'en donne M. Karsten, description qui se trouve insérée dans le 9e volume de ses archives.

La fabrique d'alun de Freienwald emploie une pyrite de fer disséminée en particules invisibles à l'œil, dans la matière exploitée. Cette matière est un mélange très intime d'argile et de lignite, qui forme, à Freienwald, une couche passablement irrégulière, dont le mur et le toit sont un sable sans cohésion. Une galerie, servant à la fois à l'écoulement des eaux et au transport souterrain (dite Gerhard Strecke), suit presque exactement la direction de la couche : mais comme sa hauteur excède la puissance du gîte, et que celui-ci a d'ailleurs une inclinaison très irrégulière, cette galerie entre tantôt dans le mur, tantôt dans le toit. Son creusement fut accompagné de beaucoup de difficultés, provenant de l'état de désagrégation du sable; elles ont été surmontées avec beaucoup de succès, par M. Schmidt, Bergmeister, à Rüdersdorf, en employant, pour soutenir provisoirement ce terrain, avant l'exécution du muraillement, des arcs et des palplanches en fer, au lieu des cadres et palplanches en bois ordinairement employés dans ces sortes de travaux.

La galerie doit avoir dans œuvre, lorsque le muraillement est exécuté, 6 pieds de haut et 5 pieds 1/2 de large. Les parois latérales sont verticales et supportent une voûte demi-

circulaire. Le sol est assez résistant tant qu'il est sur le sable et qu'il n'y a pas une forte affluence d'eau. Mais comme il fallait se mettre à l'abri des mouvements qu'auraient pu occasionner des eaux abondantes, et que d'ailleurs le sol de la galerie se trouve sur certains points, dans le lignite, il était nécessaire de construire au sol une voûte renversée pour supporter les murs latéraux. La pression n'étant pas très forte, le revêtement n'a qu'une épaisseur de dix pouces égale à la longueur d'une brique : il est exécuté en briques bien cuites jointes par un mortier ordinaire bien fait. L'appareil en fer soutient les terres sur une longueur d'un lachter (6 pieds 8 pouces) en avant du muraillement, ce qui suffit pour les deux ouvriers qui travaillent alternativement à excaver le terrain et à faire suivre le muraillement. Il consiste en trois arcs en fer (fig. 1 et 2) capables de soutenir le revêtement de la galerie. Ces arcs ont 6 pieds 10 pouces de hauteur, 7 pieds 2 pouces de large et sont formés de trois parties, savoir : la pièce du sol (fig. 3) et les deux arcs latéraux (fig. 1) qui se joignent avec recouvrement au sommet de l'arc supérieur, et sont solidement réunis par deux boulons à vis. Le fer a 3 pouces $^1/_2$ de hauteur sur 1 pouce de largeur ; à la partie extérieure, les arcs ont 1 pouce $^1/_2$ de large. Au bas de chaque demi-arc, un tenon d'un demi-pouce de long et d'un pouce de côté entre dans des trous pratiqués dans la pièce du sol, épaisse de $^1/_2$ pouce et large de 3 pouces. A une distance de 2 pieds du tenon inférieur, chaque demi-arc est percé d'un trou, dans lequel passe un boulon en fer de $^3/_4$ de pouce de diamètre (fig. 4), destiné à relier entre eux les trois arcs en fer, placés à distances égales le long de la galerie. Les pièces en fer du sol reposent sur des pièces de bois de 4 à 5 pouces d'équarrissage, qui sont divisées au milieu, afin qu'on puisse les déplacer plus facilement. Les trois arcs que nous venons de décrire sont à 20 pouces les uns des autres. Ils sont garnis sur le contour extérieur de 40 planches (abtreibepfähle) en fer forgé (fig. 5) dont cha-

cune a 7 pieds de long, 4 pouces de large, et de 1/2 à 1/4 de pouce d'épaisseur. Ces planches sont tranchantes à leur extrémité antérieure, et percées de deux trous près de cette même extrémité, et de sept trous près de l'extrémité postérieure. Ces trous ayant un pouce de diamètre, et distants de 3 pouces environ l'un de l'autre, reçoivent les bouts de barres ou leviers en fer dont on se sert pour pousser les planches en avant, en les faisant glisser entre le terrain et les arcs en fer qui les supportent. Les planches les plus épaisses, de demi-pouce, sont placées vers le faîte, et les plus faibles vers le bas. Il serait même convenable de donner une plus forte épaisseur aux planches du faîte, parce qu'elles fléchissent entre les arcs qui les supportent, ce qui rend plus difficile le mouvement en avant.

De cette manière, le faîte et les parois latérales de la galerie sont soutenues par les planches en fer jointives, placées derrière les arcs, sur une longueur de 7 pouces. La face antérieure de l'excavation est d'ailleurs soutenue de la manière suivante : un fort poteau de bois est placé verticalement au milieu de la galerie, dans le plan de l'arc le plus rapproché du front de l'excavation. Ce front est garni de planches placées transversalement, juxtaposées, et maintenues en contact avec le terrain par des traverses de bois légèrement inclinées, qui s'appuient contre le poteau vertical dont nous venons de parler (Voir la fig. 6 qui donne une coupe longitudinale de la galerie où se trouve placé l'appareil en fer).

Pour avancer le travail, on ôte les planches qui garnissent le front de la galerie près du faîte. On excave sur une profondeur de 10 à 12 pouces, et on avance les planches en fer d'autant, en les faisant glisser au moyen de leviers en fer plantés dans les trous. On maintient l'écartement nécessaire des extrémités antérieures des planches au moyen de coins (fandkeile) que l'on enfonce comme dans la méthode ordinaire, entre ces planches et le cadre extérieur. On replace les planches au fond de l'entaille que l'on a faite, et l'on passe

ensuite à une tranche inférieure. Quand on a ainsi avancé l'excavation de 20 pouces, on enlève l'arc le plus éloigné de l'extrémité de la galerie, et on le replace tout contre le terrain. On réunit de nouveau les trois arcs par les boulons horizontaux, et l'on exécute en arrière, dans l'espace soutenu par les extrémités postérieures des planches en fer, un arceau de 20 pouces de large, qui se lie à la maçonnerie déjà faite. Pour l'exécution du muraillement, on se sert de cintres en fer recouverts par des planches.

Ce mode de creusement n'exige aucun boisage; ce qui constitue un grand avantage sur le mode ordinaire de travail, où presque tout le boisage provisoire demeure perdu derrière le muraillement, et où l'on doit d'ailleurs donner à l'excavation primitive des dimensions beaucoup plus grandes, à cause des fortes dimensions des bois employés.

L'appareil entier, composé de quatre arcs en fer dont un de réserve, et de 45 planches (abtreibepfähle), pèse 23 quintaux 80 livres.

Procédé ordinaire.

Le procédé au moyen de cadres et palplanches en bois, est celui qui paraît avoir été mis le premier en pratique. Voici de quelle manière le travail doit être conduit.

Lorsque, par un point quelconque du front de travail de la galerie, on a mis à découvert le sable boulant, on bouche immédiatement l'ouverture qui lui donne accès, et, si cela est nécessaire, la portion de roche qu'il reste à traverser avant d'avoir atteint le sable, doit être consolidée au moyen de planches appliquées contre le front de travail et maintenues par des poussards qui s'appuyent contre un cadre solidement établi dans la galerie; si l'on ne prenait pas cette précaution, l'on aurait à craindre que la portion de matière qui retient les sables, venant, par une exposition plus ou moins prolongée aux influences atmosphériques, à se fendiller, et ainsi, à perdre de sa consistance, ne pût résister suffisamment à la pres-

sion que la masse boueuse exerce sur elle, et que, cédant sous cette pression, les sables vinssent à faire irruption et à combler la galerie.

On étudie alors le terrain dans lequel on va pénétrer; pour cela, on pratique des sondages dans le front, le sol et les parois de la galerie; ces sondages, qui auront une direction le plus possible parallèle à l'axe de la galerie, fourniront autant de points qui serviront à déterminer la forme de l'amas ou la direction de la couche de sable mouvant dans les environs du front de travail; si le terrain dans lequel on les établit, est composé de roches solides, on peut les multiplier sans inconvénient, car ils constitueront autant de bouches par où les eaux pourront s'écouler, ce qui desséchera le sable et rendra le travail d'avancement plus facile; mais, si le terrain n'a pas beaucoup de consistance, si ce sont, par exemple, des roches argileuses, il convient de ne pas le percer en trop de points, car l'on pourrait diminuer sa cohérence, ce qu'il faut surtout éviter dans la crainte d'une irruption des sables.

Lorsque ces trous de sonde auront été avancés jusque dans le terrain mouvant, ils donneront passage à de l'eau entraînant avec elle une certaine quantité de sable; l'affluence de cette eau sera d'autant plus grande que les sables seront plus mouvants; il faut favoriser le plus qu'on le peut cet écoulement, parce qu'alors, le terrain, aux environs de la galerie, peut être asséché en partie; mais on doit avoir soin d'empêcher qu'il ne sorte trop de sable, soit en bouchant en partie les trous avec du foin de manière à former un filtre qui ne laisse passer que l'eau, soit de toute autre manière; l'évacuation d'une trop grande quantité de sable pouvant occasionner des éboulements dans les parties supérieures ou bien des affaissements à la surface, deux grands inconvénients que l'on doit toujours chercher à éviter avec soin. Si l'on ne peut parvenir à modérer l'écoulement comme on le désire, il sera préférable de fermer un certain nombre de trous de sonde.

Pour augmenter le nombre de points d'attaque de la masse mouvante, et pour déterminer son allure sur une plus grande étendue, on peut percer à droite et à gauche de la galerie et en deçà du front de travail, une ou deux petites galeries d'environ un mètre de hauteur sur 0m75 de largeur, dont la direction sera le plus possible parallèle à celle présumée de la couche de sable; si le terrain dans lequel on les pratique est résistant, ces petites galeries seront ouvertes à 2 ou 3 mètres de distance des sables mouvants; et, si ce sont des roches tendres, elles le seront à 5 ou 6 mètres de ces mêmes sables; dans tous les cas, elles partiront du niveau de la grande galerie, afin d'assécher le sable sur une plus grande hauteur; elles auront une légère pente en montant pour faciliter l'écoulement de l'eau, et elles seront précédées d'un trou de sonde pour prévenir les accidents.

Il est inutile de leur donner plus de 7 à 8 mètres de longueur, car, à cette distance, l'assèchement du sable sera un travail en grande partie superflu, attendu qu'il n'aura que peu d'influence sur le terrain qui se trouve au front de travail; il faut remarquer que l'évacuation de l'eau permet aux sables de se tasser et de devenir moins mouvants dans un certain rayon autour du point où l'écoulement a lieu; ils forment alors un massif asséché, dans lequel on peut travailler plus facilement et dont le tassement arrête, en grande partie, la venue de l'eau qui se trouve à une plus grande distance de l'axe de la galerie; les sondages et tous les travaux que l'on établira pour faciliter l'écoulement des eaux, doivent donc avoir uniquement pour but d'assécher le sable dans le plus petit rayon possible autour du point où doit s'exécuter le travail d'avancement, et non, d'enlever sur une grande hauteur au-dessus du sol et jusqu'à une grande distance des parois, toute l'eau dans laquelle ce sable se trouve noyé.

Ces deux galeries étant achevées, on perce dans leur paroi verticale la plus rapprochée des sables, et en allant directement vers la masse à assécher, des petites galeries d'autant

moins espacées les unes des autres, et s'approchant d'autant plus du terrain mouvant, que la roche dans laquelle elles sont établies a plus de consistance; de leur extrémité on fait partir un ou deux trous de sonde par où les eaux trouveront à s'écouler.

La fig. 7 représente en plan la disposition de ces travaux; *AB* est la galerie que l'on doit avancer ;*B* le front de travail; *C* le terrain mouvant ; *dd* les petites galeries latérales ; *eee* les galeries partant des précédentes et se dirigeant directement vers les sables; *ii* les sondages pratiqués aux fronts des galeries *ee*.

Quel que soit le procédé que l'on emploie pour opérer le percement de la galerie, il convient d'exécuter ces travaux préparatoires avant d'aborder les sables; ils auront le grand avantage d'assécher le terrain et de rendre moins difficiles les premiers travaux que l'on aura à exécuter en pénétrant dans les sables mouvants; par la suite, lorsque l'on sera entré tout à fait dans ce terrain, ces sondages et galeries auxiliaires ne seront plus d'une aussi grande utilité, parce que les eaux pourront facilement s'écouler à travers les joints du revêtement que l'on établira dans la galerie.

Après avoir asséché le terrain comme nous venons de le dire, on enlève tout ce qui pourrait gêner les ouvriers et l'on donne à la galerie une section telle, que l'on puisse établir par la suite un revêtement en maçonnerie de dimensions convenables. On dresse près du front de la galerie, un cadre en bois, formé de deux montants verticaux supportant un chapeau placé horizontalement et ne dépassant pas les faces extérieures des montants; le chapeau et les supports sont assemblés, comme l'indique la fig. 8, de manière à prévenir le glissement des pièces. Si le terrain n'est pas solide, les montants reposeront sur une semelle *s*, établie à plat sur le sol, et dont les extrémités dépasseront les montants et pénétreront le plus loin possible dans la roche, afin d'augmenter l'assise et d'empêcher la descente du boisage; des entailles de 3 cen-

timètres pratiquées dans cette semelle, recevront les pieds des montants qui, alors, maintenus par le chapeau et la semelle, résisteront aux pressions latérales exercées par le terrain. Les pièces de bois composant ce cadre, seront solides, régulières, autant que possible terminées par des faces planes, surtout la face suivant laquelle la semelle repose sur le terrain; elles auront des dimensions qui varieront avec la section de la galerie; ainsi, pour une galerie devant avoir 1^m40 à 1^m80 de haut, sur 1^m à 1^m25 de large, un diamètre de 0^m12 sera suffisant pour des pièces en bois de chêne; pour celles qui auront 2^m à 2^m70 de haut, sur 1^m30 à 2^m de large, des pièces de chêne ayant un diamètre de 0^m30 résisteront convenablement.

Ce cadre étant établi comme nous venons de l'indiquer, on pose sur le chapeau et contre les montants, des planches *a* (fig. 8 et 9), que l'on maintient écartées du cadre par des coins en bois *b*, qui seront enlevés successivement à mesure que l'on placera les planches *c*; contre le front de travail, on applique des planches *d*, dont l'épaisseur augmentera avec la mobilité des sables; on maintient ces planches par leurs extrémités, au moyen de petits poussards *e*, qui s'apppuient contre le cadre; ces planches doivent être établies les unes au-dessus des autres; et, si leur longueur est telle que l'on craigne qu'elles ne puissent être facilement manœuvrées, on les remplace chacune par deux autres qui se recouvrent sur quelques centimètres vers le milieu de la galerie, et qui, en ce point, sont maintenues par des poussards s'appuyant contre un montant vertical dressé dans l'axe de la galerie, tandis que les autres extrémités sont retenues par des poussards qui prennent leur point d'appui contre le cadre. Il est cependant préférable de ne pas employer cette dernière disposition et de remplacer les deux planches par un madrier de six à huit centimètres d'épaisseur, parce que l'on éprouve quelque difficulté à faire avancer simultanément les deux planches vers le milieu du front de la galerie, et parce que

le poteau établi dans l'axe, gène le travail et rend le placement des semelles beaucoup plus difficile.

Ces préparatifs étant achevés, on établit à la place des coins qui reposent directement au-dessus du chapeau et sur les côtés du cadre, des palplanches c, dont l'ensemble constitue ce que l'on nomme un *cours ;* ces palplanches ou bois de garniture, sont des madriers de chêne ou de hêtre, bien réguliers, dont les dimensions varient avec l'état plus ou moins liquide des sables et la section de la galerie; on leur donne depuis 0m04 jusqu'à 0m08 d'épaisseur, 0m20 à 0m30 de large et l'on ne dépasse jamais 2m50 pour la longueur; des palplanches de 1m30 à 1m80 de long sont celles que l'on préfère employer dans les circonstances les plus difficiles; une plus grande longueur peut occasionner leur flexion et même leur rupture, nécessite l'emploi d'une force considérable pour vaincre les frottements occasionnés par la pression du terrain, et les rend, en outre, embarrassantes à manier; quand les dimensions de la galerie ne dépassent pas 1m50 de haut sur 1m20 de large, des bois de garniture de 1m20 à 1m30 de long, sont convenables, et le travail est plus facile.

On place d'abord celles qui doivent former les deux angles supérieurs du cadre et on leur donne une forme trapézoïdale; on chasse en avant le bout le plus large; on continue de garnir le chapeau et ensuite les deux côtés du cadre, de palplanches qui ont une forme rectangulaire; il convient que le bout qui doit pénétrer dans le terrain, soit un peu taillé en pointe, afin de faciliter sa marche.

Dans les terrains très mouvants, ces palplanches doivent être jointives; quelquefois, on recouvre les joints de deux pièces contiguës, par une troisième de moindre largeur (fig. 10), et placée au-dessus; mais cette disposition est assez embarrassante et devient inutile, si on les juxtapose convenablement. On a aussi essayé de les assembler à rainures et languettes (fig. 11); cette dernière disposition ne

peut être employée avec avantage que lorsque les palplanches ont une petite longueur; elle exige plus de précision, et, sans parler de l'augmentation de résistance que ce système présente pour l'introduction dans le terrain, il arrive très souvent que les languettes, se brisant irrégulièrement, laissent dans la rainure une portion de bois qui force les palplanches à s'écarter les unes des autres, et rend alors le revêtement plus perméable aux sables. Il vaut donc mieux les employer simplement à joints plats et les établir, le plus près qu'on le peut, les unes des autres.

Pour éviter la détérioration des extrémités qui pénètrent dans le terrain, on les a quelquefois garnies d'une armature en fer; mais cette précaution devient inutile lorsque les palplanches ont une épaisseur de cinq à six centimètres, et que, comme c'est ordinairement le cas, les sables que l'on doit traverser, ne contiennent pas des blocs très volumineux de roches solides.

On a soin de chasser les palplanches obliquement dans le terrain, de manière que celles qui sont au-dessus du chapeau fassent un angle de 18 à 20 degrés avec l'horison, et celles des côtés, un angle de 15 à 16 degrés avec un plan vertical parallèle à l'axe de la galerie.

Si le sol est tellement mouvant que l'on ne puisse établir les semelles qu'avec beaucoup de difficulté, on y chasse aussi des planches que l'on fait passer entre la semelle et une traverse s'appuyant par ses extrémités sur les montants du cadre; on enlève ensuite cette traverse sans inconvénient, lorsque les palplanches sont suffisamment entrées dans le sol.

Toutes les palplanches étant établies comme nous venons de l'indiquer, se serreront d'autant mieux les unes contre les autres, qu'elles auront pénétré plus loin dans le terrain, parce qu'elles seront soumises à la poussée des terres; leur ensemble constituera un coffrage solide, présentant la forme d'un tronc de pyramide quadrangulaire, dont la petite base sera le contour extérieur du cadre.

Il est nécessaire de leur donner l'inclinaison que nous avons indiquée ci-dessus, parce que, d'abord, l'ouvrier aura plus de facilité pour les chasser en avant, au moyen d'une masse ou marteau, et, ensuite, parce qu'on n'aura pas à craindre que la portion engagée dans le terrain, venant à fléchir sous la pression qu'elle supporte, ce qui arrivera toujours, ne diminue la section de la galerie au point de gêner beaucoup la pose des cadres subséquents; en les disposant horizontalement, ce dernier inconvénient arriverait indubitablement, et, alors, il faudrait les repousser lorsqu'on devrait placer un nouveau cadre près du front de travail; si l'on se trouvait entré dans le terrain mouvant, outre que cette opération serait difficile à exécuter, surtout pour celles qui sont situées à la partie inférieure des faces latérales, parce que le sable affluerait avec abondance lorsqu'on les déplacerait pour enlever le terrain qui se trouve derrière elles, on détruirait encore toute la solidité que présente leur ensemble.

Après avoir établi les palplanches comme nous venons de l'indiquer, on commence l'avancement proprement dit de la galerie. On chasse les palplanches de 30 à 40 centimètres dans le terrain; on enlève avec précaution la roche qui se trouve derrière les planches appliquées contre le front de la galerie, et on fait avancer ces dernières, en les maintenant avec des poussards, comme il a été dit plus haut. Ce travail s'exécute comme suit : après avoir écarté l'une des extrémités de la planche supérieure, on fouille et l'on avance jusqu'à ce que l'on arrive à l'autre extrémité; on rétablit la planche convenablement, en la maintenant au moyen de poussards. Il faut, en la remettant en place, avoir soin de la soulever de manière qu'elle touche les palplanches, et il ne convient pas d'enlever à la fois une trop grande quantité de matière, parce que, s'il y avait trop d'intervalle entre cette planche et celle qui lui est inférieure, le terrain pourrait céder sous la pression que les sables exercent sur lui, et ces derniers,

affluer dans la galerie, avec une vitesse telle qu'on ne pourrait maîtriser leur venue. On opère de la même manière pour les autres planches, en allant toujours de haut en bas. Au fur et à mesure que l'on avance le front de la galerie, on enfonce davantage les palplanches, et, lorsque ce front est arrivé à 60 ou 70 centimètres en avant du premier cadre, on établit un nouveau cadre qui sert alors à supporter les palplanches vers le milieu de leur longueur. Afin de maintenir celles-ci dans la direction qu'on leur a donnée d'abord, on place des coins entre elles et les côtés de ce dernier cadre.

On continue de chasser les palplanches et de faire marcher en avant la garniture du front de travail jusqu'à ce que l'on soit arrivé à 60 ou 70 centimètres de distance du deuxième cadre; on dresse alors près du front un troisième cadre dont les montants et le chapeau sont garnis de coins et de planches comme le premier; on établit à la place des coins, un nouveau cours de palplanches qui passent au-dessus du troisième cadre, et qui sont guidées, pendant la première moitié de leur course, par le contour intérieur du deuxième cadre, contre lequel elles s'appuient; dans ce cas, les palplanches ont forcément une direction oblique aux faces de la galerie. On enfonce ces nouvelles palplanches, en même temps que l'on avance la galerie par petites portions, jusqu'à ce que l'on puisse dresser un quatrième cadre semblable au deuxième; vient ensuite un cinquième cadre, puis un troisième cours de palplanches et ainsi de suite.

L'avancement des planches appliquées contre le front, doit être exécuté avec précaution lorsque l'on est entré dans les sables; l'ouvrier ne doit jamais les écarter de beaucoup parce qu'il pourrait être débordé par les sables qui se trouvent derrière; il doit avoir à côté de lui les poussards propres à les rétablir convenablement lorsque cela devient nécessaire, et, il doit bien se garder de les abandonner avant de les avoir affermies, autrement elles seraient bientôt emportées et les sables feraient irruption dans la galerie.

Les cadres 1er, 3e, 5e, 7e, etc., sur lesquels on place les 1er, 2e, 3e, 4e, etc., cours de palplanches se nomment *cadres principaux ;* les 2e, 4e, 6e, 8e, etc., qui supportent les palplanches déjà en place et qui servent à guider celles du cours suivant, portent le nom de *cadres intermédiaires*.

Il faut avoir soin de les disposer tous perpendiculairement à la direction de la galerie ; et, lorsque l'une des pièces vient à se déranger ou à plier, il faut la rétablir immédiatement ou la remplacer si cela est nécessaire.

Quand on est entré dans les sables, il est bon de munir d'un bourrelet de foin les extrémités des palplanches qui pénètrent dans le terrain ; ce foin qui est arrêté, lorsque l'on chasse les palplanches, vient se tasser et former, autour de ces dernières, un anneau qui empêche les sables de couler.

Au fur et à mesure que l'on avance la planche qui garnit la partie inférieure du front de travail, on bouche avec soin au moyen de petites planches et de foin, la portion du sol mise à découvert, jusqu'à ce qu'il y ait assez de place pour établir une semelle ou un nouveau cadre ; on enlève alors ces petites planches avec précaution, puis on les remplace immédiatement par une semelle.

Les déblais provenant des fouilles sont emportés au fur et à mesure qu'on les détache ; c'est surtout lorsque l'on est en plein dans les sables, qu'il faut avoir soin de laisser le moins de déblais possible dans la galerie, parce qu'il ne faut qu'une petite ouverture, que l'on ne puisse pas boucher assez vite, pour que les sables arrivent en grande quantité sur la voie, et, s'il n'y a pas assez de place pour les recevoir, la galerie se trouve encombrée en peu de temps et les boisages sont exposés à être emportés.

Telle est la marche générale de l'opération ; nous entrerons maintenant dans quelques détails sur certaines parties importantes du travail.

L'avancement des planches qui maintiennent les sables au

front de la galerie, est un travail qui présente quelques difficultés et qui doit être exécuté avec le plus grand soin dans les terrains très mouvants; l'on se gardera bien de les rendre tout à fait libres pendant que l'on fouille le terrain, parce qu'elles pourraient être emportées; on ne les écartera pas beaucoup les unes des autres afin que l'intervalle entre la planche avancée et celle qui était primitivement au-dessous, ne soit pas tel que les sables puissent affluer en trop grande quantité; cet intervalle sera bouché au moyen de tampons de paille ou d'argile, ou bien en établissant, si cela est nécessaire, une rangée de piquets horizontaux *p* (fig. 9), dont les extrémités passeront sous le bord inférieur de la planche avancée; dans tous les cas, la quantité dont on pourra faire marcher ces planches, dépendra du dégré de mobilité des sables. L'essentiel est de disposer le revêtement de telle sorte que l'on puisse, à chaque instant, se rendre maître de l'écoulement de la matière; les ouvriers à qui cette tâche est confiée, doivent être intelligents, savoir saisir le moment propice pour arrêter la venue, employer soit du foin soit de l'argile ou des bois, en un mot, tout ce qui leur tombe sous la main, pour fermer les issues qui livrent passage aux sables en quelque point que ce soit des parois, établir le plus solidement possible tous les boisages qui constituent le revêtement, afin de ne pas être surpris par un mouvement imprévu du terrain; ils ne doivent surtout pas perdre de vue qu'il faut extraire le moins de sable possible; il s'en écoulera toujours plus que de besoin, et ce n'est pas en activant leur sortie que l'on sera plus certain de réussir; on avancera peut-être bien la galerie avec plus de célérité, mais cela ne durera pas longtemps, car, une extraction considérable aura pour effet de former un vide dans le terrain au-dessus de la galerie, et, si les roches qui reposeront alors à faux au-dessus de ce vide ne se détachent pas immédiatement, il arrivera un moment après lequel, l'excavation étant suffisamment étendue, elles descendront en grande masse et occasionneront des éboule-

ments tellement considérables, que le boisage de la galerie pourra rarement résister à la forte pression occasionnée par ce mouvement; il est survenu bien souvent que des éboulements de cette nature, ont détruit la galerie sur une très grande longueur et que l'on n'a pu la rétablir dans sa direction primitive, parce que les bois, ayant été bouleversés au milieu des sables à la suite de l'éboulement, présentaient un obstacle infranchissable.

Ainsi, on ne peut trop le recommander, il faut extraire le moins de sable possible et favoriser, n'importe comment, l'écoulement de l'eau parce que les sables finiront par acquérir une plus grande consistance, surtout vers la partie supérieure de la galerie; alors, les difficultés pour avancer seront diminuées de beaucoup; ce sable tassé s'opposera aussi à la descente des matières qui se trouvent au-dessus de la galerie; on empêchera donc, par ce moyen, qu'il se forme des excavations qui pourraient occasionner dans le terrain des éboulements et des fissures qui se propageraient jusqu'à la surface.

Lorsque l'on a pénétré de quelques mètres dans le terrain mouvant, la manœuvre des planches supérieures, appliquées contre le front de travail, devient plus facile parce qu'il s'est opéré un tassement dans les sables par suite de l'écoulement des eaux; mais, à mesure que l'on descend vers le sol, on rencontre des sables de plus en plus mouvants, et, la planche la plus rapprochée du sol, est celle dont l'avancement présente le plus de difficulté et demande le plus de soin et de travail.

C'est le placement des semelles, qui exige de la part de l'ouvrier, le travail le plus pénible; quelle que soit la distination de la galerie, on est presque toujours obligé d'établir des semelles jointives pour s'opposer à la venue des sables; généralement, on pose une semelle dès que la planche inférieure qui garnit le front de travail a été avancée de manière à laisser entre elle et la dernière semelle établie, un

intervalle capable d'en recevoir une nouvelle, intervalle qui a donc, à la fin, toute la largeur de la galerie et de la semelle, et qu'il est difficile de boucher de manière à empêcher que le sable n'arrive en trop grande quantité ; en effet, nous avons vu qu'à mesure que l'on a avancé la planche de garniture inférieure du front de la galerie, les sables qui tendaient à se frayer un passage par l'espace libre laissé sur le sol, avaient été arrêtés au moyen de planches, de bois, de foin, etc ; lorsque l'on est prêt à poser la semelle, on enlève tous ces objets avec le plus de célérité possible et l'on tire avec les mains le sable en même temps que l'on pousse petit à petit la semelle jusqu'à ce qu'elle soit convenablement assise. L'on conçoit que cette opération n'est pas facile à exécuter parce qu'en ce point, les ouvriers sont gênés par l'eau qui arrive en grande quantité et que le sable n'est pas du tout asséché puisqu'il se trouve au niveau du sol de la galerie ; il faut bien faire attention que c'est par le sol que la matière mouvante tend à affluer avec le plus de force , parce que la colonne liquide extérieure et le sable asséché qui le long des parois verticales forme, pour ainsi dire, deux piliers solides, exercent sur elle une certaine pression qui tend à la refouler dans le vide que laisse la galerie; aussi, lorsque les palplanches ont été suffisamment avancées, est-on obligé de maintenir les semelles par des montants verticaux, s'appuyant contre des chapeaux qui garnissent le ciel de la galerie, autrement elles seraient soulevées et livreraient passage aux sables. Si ce cas arrivait, on aurait beaucoup de peine à les rétablir dans leur position primitive , attendu qu'on serait obligé de les déplacer pour déblayer le terrain qui se trouve au-dessous et que cette opération donnerait lieu à une venue abondante de sable.

Lorsque l'on garnit de palplanches le sol de la voie, la pose des semelles présente moins de difficulté et même, dans ce cas, lorsque la destination de la galerie exige que l'on remplace le boisage par un revêtement en maçonnerie avec

voûte renversée au sol, l'on pourrait se dispenser d'établir d'autres semelles que celles qui doivent supporter les montants des cadres principaux et intermédiaires ; mais s'il n'est pas nécessaire d'avoir un sol imperméable, comme, par exemple, pour une galerie destinée à l'asséchement d'un terrain, on dresse des semelles jointives, et, celles qui se trouvent entre les cadres dont nous venons de parler, doivent être maintenues par des montants verticaux s'appuyant contre des chapeaux.

Si le terrain est très mouvant et que l'on éprouve quelque difficulté à empêcher la venue des sables entre les joints, on peut tailler les angles supérieurs des semelles de manière que chacune d'elles forme avec celles contiguës, une échancrure *a* (comme il est indiqué en coupe transversale par la fig. 12), dans laquelle on place du chanvre que l'on calfate avec soin ; on recouvre ce calfatage par une lame de tôle *b*, clouée sur les semelles pour empêcher qu'il ne soit emporté.

Nous avons vu que les pressions exercées sur la matière mouvante qui se trouve sous le sol, par la colonne liquide et les sables asséchés, pouvaient occasionner le soulèvement des semelles et qu'il était possible de prévenir cet accident en établissant ces dernières convenablement ; mais il arrive plus souvent que le revêtement éprouve un mouvement de descente, et cela se produira fréquemment ; car, par suite de l'écoulement de l'eau qui s'est fait par toutes les parois, le revêtement se trouve au centre d'une masse de sable asséché et tassé dont la densité est plus grande que celle du milieu dans lequel elle se trouve et qui descendra s'il y a dans le sol une ouverture par où le sable puisse facilement affluer dans la galerie ; ce mouvement, s'il n'est pas régulier, ce qui arrive souvent, occasionne des dislocations qui détruisent la régularité de la galerie et produisent dans le sol des dénivellements qui forment autant de poches ou de réservoirs où les eaux viennent s'accumuler ; si le ciel et les parois de la galerie éprouvaient seuls un mouvement de descente, l'inconvénient

ne serait pas très grand, car, nous l'avons déjà dit, le sable, quelque temps après l'établissement du boisage, finit par se tasser autour de ce dernier et acquiert une consistance telle que l'on peut souvent, sans danger, enlever les montants et les chapeaux et le tailler avec facilité; mais il n'en est pas de même sous le sol : lorsqu'il est descendu, il est très difficile d'enlever les semelles pour les rétablir dans une position convenable sans s'exposer à voir affluer le sable en trop grande quantité; on est alors forcé de remblayer au-dessus des semelles descendues et d'en établir de nouvelles, en même temps que l'on relève les montants et les chapeaux.

Le moyen de prévenir en partie ces mouvements, consiste à rendre tous les cadres solidaires les uns des autres en plaçant dans les angles de fortes pièces *a* (fig. 13) horizontalement et parallèlement à l'axe de la galerie, et en établissant des montants *b* entre celles qui reposent sur les semelles et celles qui s'appuient contre les chapeaux; de cette manière, le revêtement présente beaucoup plus de solidité et il ne peut se produire que difficilement des descentes partielles du boisage.

On peut quelquefois utiliser le mouvement de descente qu'éprouve toujours le revêtement, en établissant le sol de la galerie à un niveau supérieur à celui qu'il doit réellement avoir; mais cela n'est pas à conseiller parce qu'il arrivera parfois que ce mouvement ne se fera pas suffisamment et qu'alors on sera forcé de retailler pour faire baisser le sol, ce qui est, comme nous l'avons vu, un travail difficile; mais on peut profiter de la propriété qu'ont les sables de se tasser après quelque temps autour du ciel et des parois de la galerie, en ouvrant celle-ci sous des dimensions plus petites que celles qu'elle devra avoir après la pose du revêtement définitif; dans ce cas, cependant, il est encore bon d'établir le sol de manière qu'on n'ait pas besoin de le faire descendre lorsque l'on donnera de plus grandes dimensions à la galerie;

ce n'est que le toit et les parois latérales qui peuvent être retaillés après l'asséchement.

Ce moyen peut être appliqué avec avantage pour des galeries de grande section, au-dessus de $1^m,80$ à 2 mètres de côté; mais dans des voies qui ne devront pas atteindre ces dimensions, il vaut mieux donner de suite à la galerie ses dimensions définitives, parce qu'autrement on la rétrécirait beaucoup et l'on serait gêné pour exécuter le travail.

Il est encore quelques considérations qu'il est bon de ne pas perdre de vue lorsque l'on travaille dans des sables mouvants, parce qu'elles peuvent donner les moyens de prévenir des irruptions subites de la matière boueuse dans la galerie, accidents qui, presque toujours, détruisent la galerie sur une grande étendue et anéantissent en très peu de temps le fruit d'un long et pénible travail; voici ce dont il s'agit.

Les amas de sables mouvants sont souvent divisés en deux ou plusieurs couches distinctes, par des bancs d'argile de peu d'épaisseur, qui se trouvent rarement dans une position horizontale; ils sont plutôt disposés de manière à former des espèces de bassins superposés qui divisent ainsi la masse de terrain mouvant en une ou plusieurs couches distinctes que l'on peut assécher séparément; sous ce rapport, ces bancs d'argile sont avantageux, parce que, pour aller depuis le point A jusqu'au point B, par exemple (fig. 14), AA, BB, CC étant des couches d'argile, on n'aura à combattre que les eaux qui se trouvent entre ces deux couches AA, BB et l'affluence de ces eaux diminuera au fur et à mesure que l'on s'approchera du banc BB, ce qui rendra le travail plus facile; de plus, ces bancs d'argile raffermissent le terrain et, lorsque l'on doit enfoncer des puits dans ces sables, on profite encore de leur présence pour y établir les trousses picotées pour asseoir les cuvelages dont on doit souvent revêtir les parois des puits. Voilà les avantages que l'on peut retirer de leur présence.

Mais l'existence de ces couches d'argile peut être la cause de grands accidents lorsqu'on ne les a pas reconnues d'abord; en effet, à mesure que l'on marche vers BB, l'eau de la masse de sable qui se trouve entre AA et BB aux environs de la galerie, a pu s'écouler, tandis que celle de la portion comprise entre BB et CC, est intacte; on avance donc avec confiance; mais, lorsque l'on arrive très près de BB, la portion de cette couche qui se trouve dans les environs du point où l'on travaille, sera, d'un côté, soumise à une très grande pression par la colonne d'eau et de sable qui n'a pas été attaquée entre BB et CC, tandis que, de l'autre côté, entre AA et BB, cette même portion n'aura à supporter qu'une pression moindre que la précédente, puisque les sables sont en grande partie asséchés par les travaux de la galerie; il pourra donc arriver un moment que l'excès de pression devienne tellement grand, que, ne pouvant y résister, cette portion de la couche cède brusquement et livre passage à des sables très mouvants dont il sera difficile de maîtriser la venue surtout si l'on a été pris à l'improviste; de plus, les palplanches pénétrant par leurs extrémités dans ce banc d'argile, y pratiqueront des rainures qui finiront par isoler en partie une portion de la couche qui, alors, pourra céder facilement sous la pression que le terrain exerce sur elle.

Il faudra donc un revêtement très solide pour résister au choc produit par cette venue, et c'est justement alors que le boisage présentera le moins de solidité; en effet, d'une part, la mobilité des sables ayant diminué en approchant de BB, on n'a pas pris toutes les précautions nécessaires pour affermir convenablement les planches et les cadres vers le front de travail; d'autre part, les extrémités des palplanches ayant pénétré dans cette argile, y auront trouvé un point d'appui pour résister au mouvement des sables qui en les entraînant dans leur marche, lorsqu'ils affluent dans la galerie, tendent à les refouler vers l'axe et ainsi les pressent

fortement les unes contre les autres ; elles n'auront donc pu, dans ce cas, constituer un revêtement dont la plus grande solidité provenait du resserrement de toutes ses pièces par les pressions extérieures, de sorte qu'au moment où le coffrage devra être le plus résistant pour recevoir le choc sans être emporté, ce sera alors qu'il offrira le moins de solidité, par suite il cédera facilement au mouvement des sables et l'existence de la galerie sera très compromise.

Il est donc de la plus grande importance de chercher à prévenir les accidents qui pourront arriver dans ces circonstances ; pour cela, lorsque l'on ne connaîtra pas parfaitement la composition du terrain mouvant à traverser, il conviendra de pratiquer de temps en temps en avant du front de travail, un sondage, afin de ne pas être surpris ; ces sondages, auront uniquement pour but de faire savoir si l'on rencontrera un banc d'argile, et, dans le cas où l'on viendrait à en trouver, on aura soin, à mesure que l'on s'en approchera, de donner au revêtement le plus de solidité qu'il sera possible; arrivé à un mètre de ce banc, on le percera de plusieurs trous de sonde afin de fournir un écoulement facile aux eaux qui se trouvent au delà, ce qui déchargera en partie le niveau et permettra de poursuivre le travail sans danger.

Comme on ne peut facilement maintenir ouvert un trou de sonde dans les sables parce qu'il est bientôt obstrué, on sondera à la fois sur une longueur de 5 à 6 mètres et l'on recommencera lorsque l'on n'aura plus en avant du front de travail que $2^m,50$ à 3 mètres de terrain exploré. Ces sondages seront peu coûteux et faciles à exécuter; les ouvriers s'apercevront bientôt qu'ils auront pénétré dans un banc d'argile, parce que la sonde présentera plus de difficulté pour avancer, et, d'ailleurs, cela sera suffisamment indiqué par les débris qu'amènera la cuillère ou la tarière dont on munira l'extrémité de la sonde.

Bien souvent, dans le percement de galeries dans des terrains mouvants, l'on a été repoussé par des irruptions su-

bites de sables au moment où l'on s'y attendait le moins; on ne pouvait s'imaginer quelle était la cause de ces accidents, et, cependant, ils ne provenaient que de la présence de bancs semblables d'argile, dont on n'avait pas constaté l'existence et dont on s'était approché de trop près sans avoir au préalable déchargé le niveau d'eau par des sondages ou de toute autre manière.

L'avancement journalier de la galerie dans des terrains très mouvants est fort variable; quelquefois il est très petit; rarement il dépasse 70 à 80 centimètres, même pour des galeries de petits dimensions; il arrive même souvent, que l'on reste plusieurs jours sans pouvoir avancer la galerie de la moindre quantité; cela dépend de la nature du terrain et de la quantité d'eau qu'il fournit. Dans presque tous les cas où l'on a eu des sables mouvants à traverser, les premiers mètres de galerie que l'on a pratiqués, ont nécessité une assez grande dépense pour main-d'œuvre et matériaux; mais à mesure que le travail a avancé, l'on a pu voir, presque toujours, ces dépenses diminuer très sensiblement et l'avancement être plus rapide. Cela provenait de ce que, rarement, l'on rencontrait des ouvriers ayant déjà travaillé dans des terrains de cette nature; ils ne pouvaient donc dans les premiers moments, marcher avec rapidité, car il fallait leur donner le temps d'acquérir l'expérience et l'habileté nécessaires pour exécuter convenablement un travail qui était nouveau pour eux; aussi avait-on soin, dans ce cas, de confier le travail aux plus intelligents et aux plus adroits.

Nous parlerons maintenant de la manière de remplacer le boisage par un revêtement en maçonnerie.

Ordinairement, les galeries que l'on pratique dans les sables mouvants ou dans les terrains ébouleux, doivent être muraillées, surtout si elles doivent avoir une longue durée; le revêtement en maçonnerie est d'ailleurs indispensable pour les galeries à grande section, qui sont destinées au transport ou à la circulation, parce qu'il présente plus de sécurité pour les personnes qui doivent les parcourir.

Quoique le revêtement en maçonnerie coûte plus cher à établir que celui en bois, il y a encore une grande économie dans ces circonstances, à remplacer ce dernier, quelque bien soigné qu'il soit, par un muraillement; car, les bois se détériorent rapidement, et, après un certain temps le boisage ayant exigé des réparations que l'on aura été forcé de faire constamment et qui auront augmenté d'année en année, finit par coûter aussi cher que si on l'avait remplacé de prime abord par un muraillement soigné; de plus, la durée d'une galerie maçonnée et incomparablement plus longue que celle d'une voie qui, dans les mêmes circonstances, aurait été garnie d'un revêtement en bois.

Pour des galeries de grandes dimensions, le boisage serait d'ailleurs très coûteux et très difficile à établir, parce que, les bois ne pouvant être placés dans les meilleures conditions de résistance, c'est-à-dire de manière que les forces auxquelles ils sont soumis agissent parallèlement aux fibres, on serait forcé de leur donner de fortes dimensions, le terrain exerçant une grande poussée par suite de son état de désagrégation et de la présence de l'eau dans laquelle il est noyé; or, comme ces dimensions devront être assez considérables, parce que l'on n'aura pas seulement en vue de prévenir la rupture des bois, mais encore leur flexion, il sera souvent bien difficile de pouvoir se procurer une grande quantité de pièces d'équarrissage convenable.

Lorsque la galerie n'est pas destinée à l'écoulement de l'eau ou à l'assèchement du terrain dans lequel elle est pratiquée, qu'elle doit servir particulièrement à la circulation, on est bien forcé d'établir un revêtement en maçonnerie pour contenir les eaux qui tendent constamment à y pénétrer par les parois.

Ainsi donc, on devra, presque toujours, établir un revêtement en maçonnerie dans les galeries pratiquées dans les terrains mouvants.

Ce revêtement pourra être complet ou partiel; lorsque la

dre des détériorations ou des mouvements partiels de la maçonnerie.

5° Enfin, en établissant le revêtement en maçonnerie, on aura soin de laisser le moins de bois qu'il sera possible, parce que, à la longue, ils finissent par se détériorer et laissent à la place qu'ils occupaient d'abord, des vides qui sont toujours pernicieux et qui peuvent compromettre la solidité de l'ouvrage.

Les galeries pratiquées dans les sables mouvants et qui ont pour objet d'assécher le terrain dans lequel elles sont ouvertes, n'ont ordinairement pas de très grandes dimensions; comme on a soin de ménager, de distance en distance, dans les pieds-droits, des ouvertures pour laisser un libre écoulement aux eaux qui arrivent de l'extérieur, on pourra sans danger établir ces pieds-droits sur semelles en bois, car, n'ayant pas à supporter la pression produite par la colonne d'eau extérieure, puisque ces eaux s'écouleront constamment par la galerie, on n'aura pas à craindre le glissement ni l'écrasement de la maçonnerie; on peut encore pour faciliter cet écoulement placer de temps en temps une ou deux assises de briques sans mortier. Quant au sol, on peut laisser subsister celui qui se trouve établi et qui se compose des semelles jointives qui ont été placées au fur et à mesure que l'on avançait; ces madriers se trouvent ici dans une condition favorable pour une longue durée, car, étant tenus constamment sous l'eau, ils se conserveront pendant très longtemps sans éprouver la moindre détérioration; seulement, lors de leur établissement, on aura dû avoir soin de les placer et de les assembler convenablement, de se servir de pièces de bois de dimensions convenables et de bonne qualité. On évite donc la peine de devoir les enlever pour les remplacer par une voûte en maçonnerie et l'on ne nuit en rien à la solidité du revêtement. Dans ces circonstances, et pour une galerie de 1^{m}20 de haut et 1 mètre de large, un revêtement formé d'une voûte demi-cylindrique reposant sur deux pieds-droits, le tout d'une brique d'épaisseur, résistera convenablement.

Pour l'établir, on commencera par élever les pieds-droits sur une certaine longueur ; et, afin d'exécuter ce travail à sec, on dressera en travers de la galerie, deux batardeaux ou digues en argile, s'élevant au-dessus des eaux qui coulent sur le sol, l'un à quelque distance en avant du point où l'on devra commencer le travail, et l'autre un peu moins élevé que le précédent, vers l'entrée de la galerie et à une distance du premier qui dépendra de la longueur du revêtement en maçonnerie qu'il s'agira d'établir ; la portion du sol comprise entre ces deux digues pourra donc être mise facilement à sec et les eaux seront amenées par des conduits en bois de la première à la seconde où elles s'écouleront librement sur le sol. Quant aux eaux qui, entre les deux digues, sortiront par les parois, on les épuisera sans difficulté au moyen de seaux ou de petites pompes à bras. Si l'on n'a que 10 ou 15 mètres de galerie à maçonner, on pourra élever les pieds-droits sur toute cette longueur à la fois, et les batardeaux devront être placés à 10 ou 15 mètres l'un de l'autre; mais, si cette longueur est de plus de 15 mètres, on construira le revêtement par portions successives ; on placera d'abord deux digues comme on vient de le dire, à 8 ou 10 mètres l'une de l'autre ; on élevera les deux pieds-droits, puis l'on disposera les cintres qui devront supporter la voûte que l'on exécutera, ainsi que nous l'avons dit, en s'éloignant toujours du front de travail.

Cette portion du revêtement étant terminée, on laissera subsister la deuxième digue dont nous venons de parler ; on en construira une nouvelle, à 8 ou 10 mètres plus bas vers l'orifice de la galerie, puis l'on exécutera une nouvelle portion du revêtement de la même manière que la précédente ; on continuera à marcher de la sorte jusqu'à ce que toute la portion de la galerie à murailler soit terminée.

A mesure que l'on établira le revêtement en maçonnerie, on enlèvera autant que possible, tous les bois qui garnissent les parois et qui constituent le revêtement provisoire, ce qui sera d'autant plus facile qu'on aura donné plus de temps

aux sables pour se tasser dans les environs de la galerie.

Pour les galeries qui serviront à la circulation et au transport on devra employer un revêtement en maçonnerie entièrement fermé. Si, par suite de la présence de l'eau et de l'état de mobilité des sables, le terrain exerce une forte poussée, il faudra employer un revêtement elliptique comme étant celui qui résistera le mieux aux pressions extérieures; mais, si l'on n'a pas à craindre de poussées considérables, on pourra établir un revêtement en maçonnerie composé d'une voûte renversée, supportant deux pieds-droits verticaux, sur lesquels reposera une deuxième voûte qui formera le ciel de la voie. Pour une galerie de 2m50 à 2m80 de haut sur 2m10 à 2m30 de large, on pourra donner à la voûte renversée une épaisseur de 1 brique 1/2, aux pieds-droits 2 briques et à la voûte supérieure 2 1/2 à trois briques.

Le travail sera conduit de la même manière que celui pour revêtement sans voûte inférieure; après avoir établi des digues pour assécher la portion du sol où l'on devra travailler, on commencera par construire la voûte inférieure sur une certaine longueur en enlevant, à mesure qu'on l'établira, les semelles des cadres et les autres pièces de bois qui garnissent le sol. On maintiendra les montants des cadres au moyen de poussards disposés transversalement à 0m60 au-dessus du sol. La voûte renversée qui reposera ainsi sur le sol, aura 20 à 25 centimètres de flèche ; on l'exécutera en partant du centre de la galerie et en se dirigeant à droite et à gauche vers les parois; on se servira pour directrice de la courbe, d'un calibre en planches, que l'on présentera fréquemment afin de pouvoir établir la voûte d'une manière continue.

La voûte inférieure étant terminée, on élèvera les deux pieds-droits, en ayant soin, pour les serrer parfaitement contre le terrain, de remplir les vides extérieurs avec des morceaux de briques ou de pierrailles et on enlèvera la plus grande quantité possible des bois et palplanches qui garnissent les faces latérales de la galerie. Les montants des cadres

seront emportés au fur et à mesure que les pieds-droits avanceront, et, si le terrain est trop ébouleux, et que l'on ne puisse sans danger les détacher en une seule pièce, on les enlèvera par parties à mesure que la maçonnerie s'élèvera et la portion restante sera étançonnée par des traverses solidement établies. Au besoin on pourra soutenir les chapeaux des cadres par des poteaux verticaux, dressés dans la galerie.

Lorsque l'on aura ainsi monté les pieds-droits jusqu'à la naissance de la voûte supérieure, on dressera les cintres pour établir cette dernière; mais, comme le travail sera difficile à exécuter à cause du peu d'espace existant entre la roche et les cintres, on ne pourra dresser ces derniers que sur une longueur de 60 à 80 centimètres à la fois, et il faudra, de cette manière, construire la voûte par portions successives de 60 à 80 centimètres, en ayant soin de disposer les briques de manière que l'on puisse relier parfaitement les unes aux autres ces différentes portions de la maçonnerie; de même que dans la construction des autres parties du revêtement, il faudra laisser le moins de bois possible dans le terrain et remblayer parfaitement les vides qui se trouveront entre la roche et l'extrados de la voûte.

Dans le cas où l'on emploiera un revêtement de forme elliptique, on commencera, comme dans le travail précédent, par la portion inférieure qui reposera sur le sol; le restant sera établi en se servant de cintres de forme convenable.

Telle est la marche générale du travail pour exécuter une galerie dans les sables très mouvants en employant le système de palplanches et cadres en bois. On ne rencontre pas toujours des terrains aussi difficiles que ceux dont nous avons supposé l'existence dans notre description; le travail variera donc avec le degré de mobilité de la matière; il présentera d'autant moins de difficultés que le terrain sera plus consistant. Les dimensions de la galerie auront aussi une très grande influence sur le plus ou moins de difficulté que l'on rencontrera dans l'exécution du travail; c'est ainsi, par exemple, que,

dans une galerie à grande section, l'avancement des planches au front de travail et la pose des semelles seront les points qui devront exiger particulièrement beaucoup de soins et d'adresse ; car, pour faire marcher ces planches, et pour établir les semelles, comme on devra souvent mettre le terrain à découvert sur une assez grande étendue, les difficultés pour s'opposer à la sortie des sables, seront incomparablement plus grandes dans ce cas, que lorsque la galerie n'aura que de petites dimensions.

Il faudra avoir soin de profiter de toutes les circonstances particulières que présentera, soit la nature du terrain mouvant, soit la composition ou la disposition des roches encaissantes, pour modifier où simplifier certaines parties du travail. Ainsi, par exemple, on pourra quelquefois se dispenser de garnir de palplanches, le sol et une partie des parois ; il ne sera pas nécessaire, dans certains cas, d'établir des semelles jointives et l'on pourra même les supprimer et faire reposer les montants directement sur la roche; on n'emploiera qu'un petit nombre de planches au front de travail pour maintenir le terrain lorsqu'il sera peu mouvant et elles pourront être avancées d'une plus grande quantité à la fois, etc, etc.

TRAVAUX EXÉCUTÉS AU CHARBONNAGE DE LA LOUVIÈRE A SAINT-VAAST (BELGIQUE), POUR LE PERCEMENT D'UNE GALERIE D'ÉCOULEMENT DANS LES SABLES MOUVANTS.

Nouveau procédé. — Emploi de picots.

La concession de la Louvière, octroyée par arrêté du 29 août 1809, comprend toutes les couches de houille existantes sous les ci-devant fiefs de la Louvière et de Fanuelz, commune de St-Vaast; elle mesure une superficie de 350 hectares ; la limite septentrionale du bassin houiller se trouve vers la partie nord de cette concession qui est située entre

les concessions de Sars-Longchamps à l'est et du Bois-du-Luc à l'ouest.

Les premières couches qui se présentent en partant de la limite du bassin houiller et en se dirigeant vers le sud, donnent du charbon maigre et ont une allure irrégulière ; les couches que l'on rencontre ensuite en descendant vers le sud ont une allure plus régulière et fournissent du charbon demi-gras et gras, de bonne qualité, d'autant plus recherché qu'il se trouve plus éloigné de la limite septentrionale du bassin. Toutes ces couches ont une direction générale de l'est à l'ouest et s'enfoncent au midi sous un angle de 16°. Nous indiquons dans le tableau suivant, les profondeurs auxquelles plusieurs d'entre elles ont été rencontrées par quelques puits enfoncés vers la partie nord de la concession.

NOMS des COUCHES.	PUITS Ste-MARIE.	PUITS D'EN HAUT.	PUITS de L'ESPÉRANCE.	PUITS Ste-BARBE.	Observations.
	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	
Veine Huit-Paumes. .	90	37	60	150	L'orifice du puits d'En Haut est à 5m52 au-dessous de celui du puits Ste-Marie.
Veine Engin. . . .	166	80	105	211	Celui de l'Espérance est à 24m44 au-dessous de celui de Ste-Marie.
Veine Sept-Paumes .	176	90	123	235	L'orifice du puits Ste-Barbe est à 17m11 au-dessous de celui du puits Ste-Marie.
Veine Garghain . .	245	160	205	287	
Veine du fond . . .	282	198	240	325	

En combinant les données du tableau précédent avec les distances entre les puits fournies par le plan (fig. 15,) on trouve que, dans la portion du bassin houiller où les puits ci-dessus sont établis, les couches de houille sont sensiblement parallèles entre elles et ont une pente vers le sud de 25 centimètres environ par mètre. Si nous supposons que cette pente soit constante dans la portion de la concession située au midi du puits Ste-Barbe, nous verrons que, à 1,200 mètres, par exemple, au midi de ce puits, (la limite sud de la conces-

sion de la Louvière étant à 1,800 mètres environ de ce puits), les veines Huit-Paumes et du Fond, se trouveront respectivement à 400 et 575 mètres environ sous la surface (en tenant compte de la pente du sol au midi, pente qui produit à peu près une différence de 50 mètres entre ce point et l'orifice du puits Ste-Barbe).

Ainsi, à mesure que l'on se portera vers le midi de la concession, les puits devront avoir une plus grande profondeur et les frais d'extraction du combustible et ceux d'épuisement des eaux, seront de plus en plus élevés. Mais ce ne serait qu'un léger inconvénient que l'on parviendrait à surmonter en établissant des appareils plus puissants et plus perfectionnés, si, pour atteindre le terrain houiller, l'on n'avait pas à traverser une masse de morts-terrains qui renferment des niveaux puissants et qui, en outre, contiennent des bancs de sables très mouvants dont le passage présente les plus grandes difficultés. Ces morts-terrains qui sont composés de différentes roches appartenant à la formation crétacée et qui sont surmontés par le terrain tertiaire, se présentent en effet sur presque toute l'étendue de la concession ; mais c'est principalement dans la portion qui se trouve au midi des puits Ste-Barbe et Ste-Marie, qu'ils atteignent leur plus grande épaisseur et que l'on rencontre les bancs de sables mouvants; dans la partie septentrionale de la concession, les morts-terrains n'atteignent pas une épaisseur aussi considérable et ne contiennent que très peu de sable ; ainsi dans le creusement des puits d'en Haut, de la Croix, de Ste-Marie, de l'Espérance et de Ste-Barbe, où l'on a traversé ces morts-terrains sur une épaisseur de 18 mètres, 20^{m}55, 26^{m}, 41^{m}70, et 75^{m}35 respectivement, on n'a pas rencontré des sables mouvants; au puits St-Hubert, on a traversé 51^{m}50 de mort-terrain y compris 20 mètres de sable mouvant.

Quoique cette concession s'étende sur une grande longueur vers le sud (4,000 mètres environ à partir de la limite septentrionale du bassin houiller), les travaux d'exploitation n'ont

été pratiqués que dans la partie septentrionale de la concession et même à une certaine distance au midi de la limite du terrain houiller, parce que les premières couches qui se présentent en cet endroit et qui sont les couches inférieures du bassin, ne donnant, ainsi que nous l'avons déjà dit, que du charbon maigre, de mauvaise qualité, en couches de faible puissance et d'allure irrégulière, ne pouvaient être exploitées avec bénéfice.

L'usage de la houille, à l'époque où les premiers extracteurs vinrent établir des travaux d'exploitation, étant très restreint en comparaison de ce qu'il est de nos jours, et par suite, ces exploitants ne pouvant tirer beaucoup de charbon ni affecter des sommes considérables à des travaux de premier établissement ; les appareils servant à l'extraction et qui consistaient en treuils ou machines à molettes ne leur permettant pas d'amener au jour une grande quantité de charbon ; l'épuisement des eaux qui arrivaient dans les travaux par les fissures du terrain ou par les parois des puits étant difficile et coûteux, puisqu'on ne pouvait l'opérer qu'au moyen de tonnes ; enfin, les difficultés qu'ils auraient rencontrées pour traverser les morts-terrains à cause de l'imperfection et de l'impuissance des appareils qu'ils avaient à leur disposition ; toutes ces circonstances firent que nos ancêtres dûrent concentrer leurs travaux sur les points où le terrain houiller était le plus facilement abordable et où ils pouvaient exploiter avec bénéfice.

Ils placèrent donc leurs puits dans la partie septentrionale de la concession, où les couches de houille étaient assez rapprochées de la surface et fournissaient de la houille d'assez bonne qualité. Mais, à mesure que le commerce de charbon prit de l'extension, que les besoins de l'industrie réclamèrent une plus grande production de combustible, ils dûrent chercher à augmenter leur extraction et ils se trouvèrent arrêtés par l'impossibilité d'étendre leur champ d'exploitation, parce que les appareils servant à l'épuisement étaient insuffisants

pour mettre leurs travaux à l'abri des eaux dont l'affluence augmentait à mesure qu'ils se développaient en profondeur et en étendue. Ils essayèrent en vain de creuser de nouveaux puits au midi de ceux déjà établis ; les morts-terrains avec leurs forts niveaux et leurs sables mouvants, se présentèrent comme une barrière qu'il n'était pas en leur pouvoir de franchir. Ils se décidèrent alors à percer une galerie d'écoulement et ils l'établirent de manière à pouvoir assécher les morts-terrains sur la plus grande hauteur possible ; cette galerie devait leur être d'un très grand secours pour le creusement de leurs nouveaux puits, car, en la conduisant vers le point où ces puits devaient être descendus, ils auraient pu, au moyen de trous de sonde, y faire affluer les eaux du niveau et, alors, le travail d'enfoncement dans les morts-terrains n'aurait plus présenté de très grandes difficultés ; elle devait, en outre, leur servir de galerie d'écoulement pour les eaux qui s'accumulaient dans leur travaux d'exploitation et que l'impuissance de leurs appareils ne leur permettait pas d'amener au jour.

Ils ouvrirent donc, vers 1747, leur galerie sur la rive droite de la rivière la Haine, au point A situé à 74 mètres environ au-dessous du niveau du puits Ste-Marie, et ils se dirigèrent vers les puits Ste-Barbe et Huit-Paumes.

Les fouilles furent ouvertes sur des dimensions telles qu'après avoir établi un revêtement en maçonnerie, la galerie eût encore 1^m^20 de haut sur 0^m^90 de large. Tant qu'ils eurent à traverser les terrains tertiaires et les assises supérieures du terrain crétacé, ils purent marcher sans rencontrer de grandes difficultés ; mais arrivés à une distance de 550 mètres environ, ils pénétrèrent dans les sables mouvants et ils eurent alors à exécuter les travaux les plus difficiles que les mineurs pouvaient avoir à faire dans le cours de leur exploitation.

Ces sables qui se trouvent immédiatement au-dessous de la roche nommée *Tourtia* dans le Hainaut, qui est le poudingue

calcaro-siliceux formant la partie inférieure du terrain crétacé, se composent de sables siliceux disposés en couches un peu inclinées à l'horizon et dont l'épaisseur dépasse quelquefois 15 mètres ; leur couleur varie beaucoup ; on en rencontre de blancs, de gris, de verts et de noirs ; leur grain est tantôt très fin, tantôt assez gros et la masse renferme souvent des blocs de silex, de calcaire, de grosseur variable et qui ont quelquefois un volume d'un demi-mètre cube ; ces couches fournissent une quantité d'eau d'autant plus considérable, qu'elles sont situées à une plus grande profondeur ; elles sont séparées par des bancs d'argile, dont la puissance varie depuis 0^m05 jusqu'à un mètre ; ces bancs, surtout les plus puissants, sont imperméables aux eaux, divisent la masse des sables en plusieurs zones qui constituent autant de niveaux de puissance différente ; enfin, on rencontre aussi des lits de lignite depuis 0^m02 jusqu'à 0^m70 d'épaisseur, perméables aux eaux et très chargés de pyrites.

Pour travailler dans ces sables mouvants, on employa le procédé au moyen de cadres et palplanches en bois ; le front de la galerie était garni de planches jointives qui s'opposaient à la venue des sables et que l'on faisait marcher en avant ; les deux côtés et la face supérieure de la galerie étaient tapissés de palplanches qui étaient chassées un peu obliquement dans le terrain et qui étaient guidées par des cadres en bois sur lesquels elles reposaient ; les extrémités des palplanches qui pénétraient dans le terrain, se trouvaient toujours en avant du front de travail, de manière à isoler, en partie, une portion de la masse mouvante que l'on devait enlever ; au fur et à mesure que l'on avançait, les cadres qui avaient servi à guider et à maintenir les palplanches étaient enlevés et remplacés par un revêtement formé de madriers en bois de 0^m12 à 0^m14 d'épaisseur. Lorsque l'on avait avancé la galerie d'une certaine longueur, on substituait à ce boisage un revêtement définitif en maçonnerie. Le travail était exécuté de la manière qui a été indiquée dans la des-

cription du percement des galeries au moyen de cadres et palplanches en bois.

L'avancement de cette galerie dans les sables mouvants, fut d'une lenteur excessive, car, en 1843, c'est-à-dire après un siècle environ, la galerie n'avait encore que 1,150 mètres de longueur ; le travail en lui-même était à la vérité fort difficile, puisque les sables que l'on rencontrait étaient très mouvants ; mais ce ne fut pas seulement la grande difficulté d'exécution qui empêcha de marcher avec plus de célérité ; des irruptions subites de la matière boueuse, vinrent surprendre plusieurs fois les travailleurs et remblayer entièrement la galerie, après l'avoir détruite sur une grande longueur, dans les environs du point par où les sables s'étaient frayés un passage ; ces irruptions se produisaient, soit lorsque l'on venait, sans y être préparé, aboutir à un banc très mouvant, qui fournissait un sable tellement mobile, qu'on ne pouvait maîtriser sa venue, soit à la suite d'éboulements qui avaient lieu dans la masse, éboulements qui ne pouvaient manquer de se produire, car, le mode de travail employé occasionnait l'enlèvement d'une quantité considérable de sable, ce qui produisait des excavations dans le terrain ; on a calculé que pour avancer la galerie d'une longueur d'un mètre, on devait souvent extraire 40 à 45 mètres cubes de sable. A la suite de ces accidents, il fallait déblayer de nouveau le conduit et le rétablir dans un état convenable aux points où il se trouvait détruit ; cette opération n'était pas toujours possible, car, tous les boisages ayant été bouleversés à la suite de l'irruption, leur présence augmentait de beaucoup les difficultés du travail, et, presque toujours, après avoir dépensé beaucoup de temps pour essayer de rétablir la galerie dans sa direction primitive, on se voyait forcé de la faire dévier afin d'éviter l'obstacle ; ce n'était qu'après être avancé au delà de ce mauvais passage que l'on pouvait la rétablir dans une direction convenable. C'est ce qui est arrivé aux points *a* et *c*, où des éboulements très considérables survinrent à la suite d'irruptions.

En avançant la galerie avec la direction qu'on lui avait donnée jusqu'au point *i*, on serait bien venu assécher le terrain jusque dans les environs du puits Ste-Barbe; mais il y avait toute la portion de la concession comprise entre ce puits et celui de Ste-Marie, qui ne pouvait retirer aucun bénéfice de cette galerie; il était donc nécessaire de diriger un nouvel embranchement vers le puits Ste-Marie; depuis le point *a* jusqu'au point *i*, les anciens tentèrent plusieurs fois d'établir une galerie dans cette nouvelle direction; mais, lorsqu'ils étaient arrivés à 30 ou 50 mètres de longueur, les sables faisaient irruption et venaient remblayer toute la galerie; ils dûrent donc y renoncer et ils se contentèrent d'avancer la galerie vers le puits Ste-Barbe.

En 1843, étant arrivés au point *i*, une nouvelle irruption des sables vint détruire la galerie sur une longueur de 20 mètres et la remblayer encore jusqu'à son orifice.

Quoique, à cette époque, la galerie ne présentât plus le même degré d'utilité qu'en 1747, puisque l'emploi de la machine à vapeur pour l'épuisement des eaux et pour l'extraction du combustible, étant devenu presque général, permettait d'épuiser les eaux à une très grande profondeur et de donner aux travaux intérieurs un développement tel, que l'on pouvait extraire par un même puits beaucoup plus de combustible, la société se décida néanmoins, en 1844, à poursuivre le travail, dans le but de faciliter le creusement de nouveaux puits dans les terrains aquifères et peut-être, par la suite, pour y déverser les eaux que les machines d'épuisement doivent amener aujourd'hui à la surface. M. Durieux qui était alors directeur des travaux, fut chargé de conduire cette entreprise; il se mit à l'œuvre en mai 1844 et fit déblayer la galerie; arrivé à 20 mètres du point où l'éboulement avait eu lieu l'année précédente, la galerie était tellement bouleversée qu'il ne put la rétablir; il fut obligé de la faire dévier, et ce ne fut qu'après avoir dépassé de 30 mètres environ le point *i*, qu'il put la replacer dans sa direction primitive.

Il vint alors ouvrir en *i* une nouvelle galerie *ik* pour marcher vers le puits Ste-Marie ; lorsque cette galerie fut arrivée à 30 mètres de longueur, il s'aperçut que les sables devenaient excessivement mouvants et qu'il ne pouvait prudemment essayer de la poursuivre ; l'étude qu'il fit du terrain et la connaissance qu'il avait des travaux entrepris par ses devanciers, l'amenèrent à reconnaître qu'il existait dans les environs de la galerie, un banc d'argile imperméable de 1^m^50 d'épaisseur, dont la trace, dans un plan mené au niveau de la galerie, pouvait à peu près être représentée par la ligne pointillée *mkqr ;* c'est en voulant percer ce banc d'argile derrière lequel se trouve un lit de lignite de 1^m^50 d'épaisseur et des sables très mouvants, que les anciens avaient donné accès à des matières boueuses dont l'irruption avait remblayé plusieurs fois la galerie ; il fallait donc marcher avec prudence pour se mettre à l'abri de ces accidents. Quoique ce travail présentât de grandes difficultés, M. Durieux parvint cependant, en partant du puits n° 9, à traverser ce banc d'argile par une nouvelle galerie 9*g ;* lorsqu'elle eut atteint une longueur de 45 mètres, il fit enfoncer le puits n° 11 pour faciliter l'établissement du revêtement en maçonnerie en remplacement de celui en bois dont on avait garni la galerie. Il fit ensuite poursuivre cette branche ainsi que celle *i n ;* mais, ayant rencontré des sables très difficiles à travailler, il imagina de remplacer le mode d'opérer suivi jusqu'alors, et qui était celui au moyen de palplanches pour revêtir les parois et le ciel, et de madriers pour garnir le front de taille, par un autre procédé consistant à se servir encore de palplanches, mais à substituer aux madriers, un nombre suffisant de picots chassés dans le sable sur toute la surface du front de la galerie, picots que l'on pouvait faire marcher en avant les uns après les autres en les frappant à coups de marteau. Ce procédé ingénieux, qui était employé pour la première fois, réussit au delà de toute espérance ; il présentait de si grands avantages sur le mode suivi précédemment,

que l'on ne redouta plus d'aborder les terrains les plus difficiles. Les deux galeries furent poussées avec activité et, dans le commencement de 1848, c'est-à-dire en moins de quatre années de travail, la galerie principale était avancée de 230 mètres depuis le point *i*, et la portion 9*g* avait atteint une longueur de 630 mètres environ.

Nous allons donner la description du travail exécuté sous la direction de M. Durieux pour arriver depuis le point *i* jusqu'au point *o*, et depuis le point 9 jusqu'au *p*; mais auparavant, nous indiquerons quels ont été les terrains que l'on a recoupés dans le percement de ces deux portions de galeries.

Pour aller du point *i* au point *o*, on a dû traverser les terrains suivants :

Sables gris, très fins, noyés dans une grande masse d'eau.	13m00
Lignite chargé de pyrites et mélangé avec un peu de sable gris.	10m00
Sables ayant un aspect brun, présentant une masse plus facile à travailler que le banc précédent	27m00
Lignite donnant plus d'eau que le banc de sable ci-dessus	20m00
Sables blancs, à grain très fin, fournissant une grande quantité d'eau très difficiles à travailler par suite de leur grande mobilité.	35m00
Argile mélangée de sable donnant très peu d'eau	60m00
Banc de sable fin, de couleur brune, contenant un peu d'eau	41m50
Lignite assez facile à travailler.	29m00
Total. . .	235m50

Depuis le point 9 jusqu'au point *p*, on a rencontré :

Sable tantôt grisâtre, tantôt verdâtre, donnant de l'eau en assez grande quantité.	65m00

Argile imperméable.	1^m50
Lignite très imprégné d'eau.	1^m50
Sables gris, à grain fin, donnant beaucoup d'eau	71^m00
Sables de couleur blanchâtre, très mouvants, fort difficiles à travailler, divisés par des lits d'argile de 0^m01 à 0^m05 d'épaisseur. . . .	150^m00
Sables blancs peu mouvants.	39^m00
Sables très mélangés de cailloux blancs, donnant un peu d'eau.	128^m00
Sables blancs assez fortement tassés et contenant peu d'eau	19^m00
Mélange de sables gris et de sables blancs, faciles à travailler	27^m00
Sables gris, renfermant une grande quantité de cailloux gris et noirs.	40^m50
Sables très fins, brunâtres, mélangés de lignite, donnant un peu d'eau	19^m00
Mélange d'argile, de sables, de cailloux, imperméable.	18^m00
Sables gris, très fins, assez mouvants . . .	6^m00
Argile grisâtre, sans cailloux, imperméable. .	21^m00
Sable gris, très mouvants.	28^m00
Sables mélangés de lignite et d'argile assez faciles à travailler	20^m00
Sables bruns, très mouvants.	75^m55
Total. .	630^m05

Dans le courant du mois de mai 1844, ainsi que nous l'avons déjà dit, on commença à déblayer la galerie et l'on arriva jusqu'à 20 mètres du point *i* où l'éboulement avait eu lieu un an auparavant ; ne pouvant, sur cette distance de 20 mètres, rétablir la galerie dans sa direction primitive, on lui fit faire le coude indiqué au plan ; on vint ensuite ouvrir une nouvelle branche au point *i* pour se diriger vers

le puits Ste-Marie ; on dut renoncer à la poursuivre lorsqu'elle eut atteint une longueur de 30 mètres, parce que le terrain était trop difficile à maintenir à cause de sa mobilité. On vint alors établir une deuxième branche au point 9, toujours dans le but de gagner la partie nord-est de la concession ; mais on reconnut bientôt que l'on allait encore arriver au fort niveau que jusqu'alors on avait en vain essayé de traverser. M. Durieux s'occupa à chercher un moyen qui lui permît de surmonter tous les obstacles que présentait cette entreprise. Il s'attacha principalement, à diminuer autant que possible, la puissance du niveau, afin de rendre le sable moins mouvant, et il y parvint en le faisant attaquer en plusieurs points à la fois et en ouvrant ainsi plusieurs issues par où les eaux trouvaient moyen de s'écouler. On pratiqua d'abord la galerie 9*d*, puis on se porta à 40 mètres plus au midi au moyen de la galerie *de* et l'on fit avancer la portion 9*d* en même temps que l'on conduisit parallèlement à celle-ci la branche *ef*. Lorsque 9*d* eut atteint une longueur de 26 mètres, et *ef* une longueur de 5 mètres, on pratiqua, dans le sol de chacune de ces galeries, un trou de sonde dirigé sous une inclinaison de 30° vers le banc d'argile dont nous avons parlé, derrière lequel se trouvait le fort niveau ; lorsque l'on eut ainsi perforé cette couche, les eaux affluèrent dans les galeries avec abondance et l'on s'aperçut que le terrain était moins mouvant aux fronts de travail; pour surcroît de précaution, on établit dans le sol de la branche *ik*, un trou de sonde dirigé de la même manière que les précédents.

Le banc de sable très mouvant, saigné de cette manière en six points différents, par les trois trous de sonde et par les trois fronts de taille des galeries, devait nécessairement devenir moins difficile à travailler ; aussi parvint-on à prolonger les deux galeries 9*d* et *ef* sans accident jusqu'aux points *g* et *f*. On n'avançait jamais ces deux galeries en même temps ; lorsque dans l'une, on faisait marcher en avant le

front de travail, on était occupé dans l'autre à faciliter l'écoulement des eaux, ce qui se faisait en remuant la garniture du front afin d'empêcher le tassement des sables en ce point et en enlevant constamment les sables qui étaient amenés par les eaux et qui se déposaient sur le sol, sables qui en s'accumulant et se tassant, empêchaient les eaux d'affluer par la partie inférieure du front de travail et par les joints des semelles. Lorsque dans la galerie où l'on travaillait à l'avancement, le terrain devenait trop difficile à maintenir, parce que les sables, finissant par se tasser autour du front de l'autre galerie, faisaient affluer les eaux en plus grande quantité dans la première, on abandonnait l'avancement dans cette dernière, on venait y favoriser l'écoulement des eaux comme on l'avait fait précédemment dans sa voisine et l'on allait en même temps dans l'autre faire marcher en avant le front de travail, jusqu'à ce que, pour les mêmes raisons, on l'abandonnât à son tour ; ainsi, ces deux galeries faisaient alternativement fonction de galerie d'assèchement.

C'est en divisant de cette manière les difficultés, que l'on parvint à pénétrer dans le fort niveau qui se trouvait au delà du banc d'argile, et à prolonger la galerie 9*d* jusqu'en *g*. On arriva à ce point en avril 1845.

Voici comment on exécutait le travail :

On garnissait les deux faces latérales et le ciel de la galerie de palplanches *a* jointives (fig. 16 et 17), dont la longueur variait depuis 0^{m}70 jusqu'à 1^{m}60 ; elles reposaient sur les faces extérieures d'un cadre vertical *b*, formé de bois ronds de 0^{m},15 de diamètre, et on les chassait dans le terrain avec une direction telle qu'elles fissent un angle de 18 à 20 degrés avec les parois de la galerie le long desquelles elles étaient disposées ; on garnissait d'un bourrelet de foin la partie qui devait pénétrer dans les sables. Le front de la galerie était tapissé avec les planches 1, 2, 3, 4... ; après avoir enlevé le sable derrière la planche 1, on la faisait

avancer de 6 à 15 centimètres, suivant que les sables étaient plus ou moins mouvants; on opérait ensuite de la même manière avec les planches 2, 3, 4...; toutes les ouvertures par où les sables pouvaient s'écouler dans la galerie étaient soigneusement bouchées avec des tampons de bois et du foin.

Le déplacement de la planche inférieure était le plus difficile à effectuer parce que les eaux se trouvant au sol de la galerie en plus grande abondance que dans les parties supérieures, les sables affluaient avec plus de rapidité et l'on devait apporter beaucoup de célérité dans cette opération.

Toutes ces planches étaient maintenues contre le front de travail par de petits poussards *ppp*... s'appuyant contre les montants des cadres ; lorsque les sables étaient trop difficiles à maintenir, on assurait encore d'avantage les planches inférieures, au moyen de pieux en fer, que l'on enfonçait verticalement dans le sol, et que l'on retirait au fur et à mesure que la galerie avançait ; l'espace libre qui se trouvait entre la dernière semelle établie et la planche inférieure, était bouché avec de petites planches, du foin, des pièces de bois, etc.

Lorsque la planche inférieure était suffisamment avancée, on enlevait tout ce qu'on avait établi sur le sol pour arrêter la venue des sables, et l'on plaçait une semelle sur les extrémités de laquelle on dressait deux montants en bois ronds ; pour compléter le cadre, on disposait sur ces montants, un chapeau également en bois rond. Afin d'empêcher que les pieds des montants ne vinssent à glisser sur la semelle, ils étaient engagés dans de petites excavations hémisphériques pratiquées dans ces dernières, et leur extrémité supérieure se logeait dans des entailles dont le chapeau était muni.

La pose des semelles était le point le plus difficile du travail parce que l'on avait à lutter contre l'affluence des sables qui venaient avec rapidité combler l'espace que l'on ménageait pour asseoir la semelle ; de plus, comme il y avait toujours une hauteur d'eau de 10 à 16 centimètres sur le sol, les ou-

vriers ne voyaient pas très bien ce qui se passait en ce point et ils étaient beaucoup gênés dans leurs opérations.

Le travail se continuait de cette manière en établissant de nouveaux cadres et de nouvelles palplanches lorsque le front de la galerie était suffisamment avancé.

Lorsque l'on avait construit 5 à six mètres de galerie avec ce boisage, on remplaçait les montants et le chapeau en bois ronds, par des madriers jointifs *m* (fig 17) dont l'épaisseur était de 0m12 et la largeur de 0m25 à 0m30 ; les semelles avaient 0m14 d'épaisseur. Après la pose de ce revêtement qui n'était cependant pas encore définitif, puisqu'on devait lui substituer un revêtement en maçonnerie, la galerie avait 1 mètre de largeur et 1m25 de hauteur.

L'avancement était très lent surtout dans les terrains fort mouvants où l'on ne faisait souvent pas même un mètre par mois ; il était en moyenne de 0m75 par semaine.

Le transport des déblais se faisait au moyen de bâches en tôle de fer, d'un demi hectolitre de capacité, que l'on traînait sur le sol jusqu'au pied du puits le plus voisin d'où elles étaient élevées à la surface, au moyen d'un treuil mis en mouvement par quatre femmes nommées *tourteuses*. Le traînage était très pénible pour les ouvriers; aussi fallait-il établir des relais distants de 30 en 30 mètres ; cette difficulté provenait de ce que la galerie n'avait que 1m25 de hauteur, que le sol était recouvert d'eau sur une hauteur de 10 à 16 centimètres et qu'il y avait toujours une couche de sable plus ou moins épaisse reposant sur les semelles.

Comme les ouvriers occupés dans la galerie devaient constamment travailler dans l'eau et que leurs vêtements étaient bientôt percés par l'eau qui tombait des parois, ils ne restaient jamais plus de six heures au travail ; dans les endroits où les parois de la galerie fournissaient de l'eau en très grande quantité, ces ouvriers remontaient cinq et même quatre heures après être descendus dans les travaux. Les femmes occupées à manœuvrer le treuil au jour, restaient à la tâche pendant 8 heures.

Un poste d'ouvriers au fond se composait de : 1° deux hommes dont la besogne consistait à chasser les palplanches, à faire avancer les planches appliquées contre le front de travail, à placer tous les boisages et à charger les sables dans les bâches ; ils recevaient chacun fr. 1,20 pour leur journée de travail dont la durée était de 6 heures ; 2° d'autant d'ouvriers pour transporter les déblais au pied du puits, qu'il y avait de fois 30 mètres dans la distance à parcourir ; ces ouvriers travaillaient aussi pendant 6 heures et recevaient pour ce temps 1 franc chacun.

Au jour, il y avait : 1° quatre femmes employées à la manœuvre du treuil et payées à raison de un franc pour 8 heures de travail ; 2° un homme pour transporter à quelque distance de l'orifice de la fosse, les déblais extraits ; il recevait également un franc pour 8 heures de travail.

En supposant que le front de la galerie fut à 90 mètres de la fosse par où l'on extrayait les déblais, ce qui exigeait la présence de trois traineurs dans les travaux, la main-d'œuvre coûtait pour 24 heures :

8	journées à fr.	1,20	soit fr.	9,60
27	»	1,00	»	27,00
			Total fr.	36,60

et, comme l'avancement était en moyenne de 0^{m}75 par semaine (sept fois 24 heures), le mètre de galerie coûtait donc, rien que pour main d'œuvre, la somme de fr. 341,60, soit 340 fr.

Ce prix était, comme on le voit, excessivement élevé ; mais cela tenait au procédé employé pour exécuter le travail, procédé qui ne permettait pas de maîtriser suffisamment la venue des sables, car, quoique la galerie n'avançât pas très rapidement, l'extraction des sables était cependant considérable, puisque pour prolonger d'un mètre la galerie, on extrayait en moyenne de 20 à 25 mètres cubes de déblais ; souvent même, dans les endroits très difficiles, on a été jusqu'à devoir extraire 45 mètres cubes de sable pour avancer la ga-

lerie d'un mètre. On devait donc alors chercher à favoriser l'écoulement des eaux afin de permettre aux sables de perdre un peu de leur mobilité et ainsi de rendre le travail plus facile; c'était donc une grande perte de temps, puisque l'on se voyait forcé d'arrêter l'avancement de la galerie quelquefois pendant plusieurs jours. La pose des semelles occasionnait aussi beaucoup de retard, car il arrivait souvent qu'on ne parvenait à en placer une qu'après deux jours de travail.

C'est dans ces circonstances que les deux branches de galerie 9*i* et 9*g* arrivèrent en novembre 1845, aux points *l* et *h* (fig. 15); la branche *e f* avait été abandonnée plusieurs mois auparavant, après avoir atteint une longueur de 40 mètres, parce que le terrain était devenu plus facile à travailler.

Les sables que l'on rencontra au point *h* étant encore très mouvants, M. Durieux, afin d'éviter en grande partie les inconvénients que présentait le mode de travail suivi jusqu'alors, fit employer un procédé qu'il avait imaginé et qui consistait à remplacer les planches appliquées contre le front de la galerie par une série de picots disposés horizontalement, pénétrant dans le terrain et que l'on chassait en avant à coups de masse. C'est grâce à ce procédé, qui a parfaitement réussi, que l'on est parvenu à vaincre en peu de temps les plus grandes difficultés et à prolonger en moins de 2 ans $^1/_2$ la branche 9 *h* de 550 mètres et la branche *i l* de 210 mètres.

Voici de quelle manière les travaux ont été conduits depuis le mois de novembre 1845 dans ces deux branches de la galerie.

Les côtés et le ciel de la galerie étant garnis de palplanches, on enleva les unes après les autres, les planches qui étaient appliquées contre le front de la galerie et on les remplaça immédiatement par des picots de 0^m90 à 1 mètre de long et 0^m12 à 0^m15 de diamètre à la tête, que l'on chassa horizontalement dans les sables ; lorsque le front en fut complétement garni, on commença à les tailler avec une hâche;

de cette manière, après avoir réduit leur longueur de 0m50, par exemple, la galerie se trouva avancée de 0m50 ; mais on abandonna bientôt ce procédé parce qu'il fallait beaucoup de main d'œuvre pour opérer le taillage, que l'avancement était très lent; que l'on faisait une grande consommation de bois, et enfin, que le remplacement des picots devenus trop courts, par d'autres de longueur convenable, ne pouvait être fait qu'en enfonçant les premiers dans le terrain, ce qui donnait lieu à des venues de sable assez considérables ; d'ailleurs, avec ce système, le terrain aux environs de la galerie aurait fini par être entièrement rempli de ces bouts de picots, dont la présence aurait beaucoup gêné l'avancement des picots dont le front de travail était garni.

On se décida alors, au lieu de les retailler, à les pousser en avant en frappant avec un marteau. On fut plus satisfait de cette manière d'opérer ; l'avancement fut beaucoup plus rapide et le travail devint moins difficile, car on n'avait pas à remplacer les picots aussi souvent que lorsqu'on les taillait.

Voici comment l'on opérait.

Le front de la galerie étant entièrement garni de picots comme il est représenté dans les fig. 18 et 19, et l'intervalle existant entre eux par où les sables auraient pu affluer dans la galerie, étant soigneusement bouché avec du foin et de petites broches, ce qui formait un calfatage, on commençait par enfoncer de 0m10 à 0m30 (suivant le plus ou moins de mobilité du terrain) les deux ou trois rangées horizontales de picots qui se trouvaient à la partie supérieure du front; la portion chassée en avant formait ainsi une espèce de gradin (fig. 20) avec le restant de la face; après avoir calfaté soigneusement avec de petits picots et du foin la portion *a b*, de manière à laisser sortir le moins de sable qu'il était possible, on venait chasser en avant les deux ou trois rangées suivantes de picots ; on continuait de la même manière jusqu'à ce que l'on fût arrivé à quelque distance du sol de la galerie

Mais, comme l'on n'avait pas établi des palplanches sous le sol, les picots inférieurs, à mesure qu'on les faisait avancer, mettaient le terrain à nu et le sable affluait en grande quantité dans la voie ; au lieu de boucher cet espace au moyen de planches, on y enfonçait verticalement des picots au fur et à mesure que le sol était mis à découvert; c'est ce que représente en plan la fig. 21. Lorsque tout le front de la galerie était arrivé dans le plan *c d*, le sol se trouvait entièrement picoté; toutes les têtes des picots qui garnissaient le front de travail étaient donc revenues de nouveau dans un même plan vertical et la galerie était avancée de toute la distance que ces picots avaient parcourue.

On recommençait alors à chasser les picots en avant comme nous venons de le voir, toujours en partant de la partie supérieure de la galerie et en marchant par rangées horizontales. Lorsqu'il y avait un intervalle de 0^m40 environ entre la dernière semelle et le front de travail, on établissait une nouvelle semelle ; cette opération était beaucoup moins difficile à exécuter que lorsque l'on employait le procédé ordinaire; on enfonçait les picots à une profondeur convenable dans le sol, de manière que toutes les têtes se trouvassent dans un même plan horizontal; on asseyait la semelle sur ce plancher rendu aussi imperméable aux sables qu'on le désirait, et on plaçait les montants et le chapeau pour compléter le cadre.

Telle était la marche ordinaire du travail.

Les semelles, les montants verticaux et les chapeaux, ainsi que les palplanches, avaient les mêmes dimensions que celles indiquées plus haut ; lorsque la galerie était avancée de 5 à 6 mètres, on remplaçait ces montants et ces chapeaux par des madriers jointifs.

Quant aux picots, ils étaient en bois de chêne ou de hêtre, de forme conique et de grosseur variable; les plus forts ne dépassaient pas 0^m15 en diamètre à la tête ; on avait soin de les choisir sans nœuds, sans parties tendres, parce que autrement ils se détérioraient trop tôt sous les coups répétés du

marteau ; on les faisait les plus réguliers possible pour faciliter leur mouvement. Les picots qui se trouvaient dans le front de la galerie avaient depuis 0m24 jusqu'à 0m50 de longueur ; au commencement, on leur donnait jusqu'à 0m80 de long, mais l'on reconnut qu'avec ces dimensions, ils étaient difficiles à manœuvrer à cause de la grande surface qu'ils présentaient au frottement, et qu'on avait beaucoup de peine à leur faire conserver une position horizontale parce qu'ils tendaient toujours à suivre le mouvement de l'eau et des sables qui se faisait de haut en bas : lorsque l'on devait placer de nouveaux picots, c'était toujours à la partie supérieure qu'on les chassait ; ils descendaient continuellement, et il arrivait qu'après quelque temps, ceux qui avaient été établis près du ciel de la galerie, étaient venus jusqu'au niveau du sol ; s'ils étaient trop longs, ils ne pouvaient donc que difficilement conserver leur position horizontale pendant toute cette descente ; aussi arrivait-il souvent, qu'au niveau de la galerie, ils se trouvaient dans une position très inclinée, ayant la pointe dirigée vers le bas. Ce déplacement dans leur direction était un inconvénient, parce qu'ils ne pouvaient alors se serrer les uns contre les autres autant qu'il était nécessaire pour former une paroi suffisamment solide pour résister à la poussée des sables ; ils laissaient aussi entre eux, dans ce cas, des intervalles plus considérables par où les sables trouvaient accès dans la galerie, intervalles qu'il fallait alors picoter soigneusement au moyen de petites broches et de foin. A la vérité, lorsqu'ils arrivaient en bas dans une position presque verticale, ils se trouvaient tout naturellement disposés pour servir au pavage du sol ; mais cet avantage ne compensait pas suffisamment la difficulté que présentait leur avancement au front de travail ; d'ailleurs, ils n'arrivaient guère tous dans cette position verticale et l'on était souvent obligé de les chasser complètement dans le terrain parce qu'on ne pouvait les utiliser et qu'ils formaient obstacle au placement des picots que l'on voulait établir sur le sol.

Lorsqu'ils avaient une grande longueur, leur surface frottante était augmentée de beaucoup ; il fallait une dépense de force très considérable pour les faire avancer ; alors, après quelque temps de service, leur tête se trouvant brisée sous les coups du marteau, on devait couper toute la portion détériorée et l'on était forcé de les retirer ou bien de les chasser entièrement dans le terrain pour les remplacer par de nouveaux de longueur convenable, opération qui demandait un assez long travail; on n'avait donc retiré aucun avantage de leur grande dimension ; au contraire, on avait consommé plus de bois, et, pour les faire avancer, on avait dépensé plus de force et de temps qu'il n'était réellement nécessaire.

Des picots trop courts avaient aussi leurs inconvénients ; il est vrai qu'on pouvait les faire avancer avec assez de rapidité et sans trop de difficulté ; mais ils ne formaient pas un ensemble assez résistant, ils devaient être remplacés trop souvent par d'autres picots, et enfin ils étaient facilement délogés par la pression des sables, inconvénient qui pouvait amener la rupture du bouclier que leur ensemble formait au front de travail et par suite, le remblayage de la galerie.

Il y avait donc pour la longueur, une limite dont il était convenable de ne pas trop s'écarter ; on a reconnu par expérience, que dans les endroits où les sables étaient très mouvants, les picots de 0^m30 à 0^m35 de long étaient ceux que l'on devait préférer.

Quant à l'épaisseur, on employait des picots de 0^m10 à 0^m15 de diamètre à la tête lorsque le terrain n'était pas très difficile à travailler ; mais, dès qu'il devenait fort mouvant, on en employait d'un plus petit diamètre, parce que les intervalles qu'ils laissaient entre eux étant moins grands qu'avec de plus forts picots, on pouvait opérer le calfatage plus facilement, qu'ils se serraient mieux les uns contre les autres et qu'ils résistaient davantage à la poussée des sables, puisqu'ils offraient une moindre surface à l'action des forces qui tendaient à les refouler dans la galerie.

Pour le pavage du sol, il n'était pas nécessaire d'avoir de longs picots ; comme ils n'avaient pas à voyager et qu'ils n'étaient pas exposés à se briser sous des coups de marteau trop souvent répétés, on leur donnait une longueur de 0m15 à 0m20 et l'on utilisait ceux que l'on avait pu retirer du front lorsqu'ils étaient devenus trop courts.

Comme les picots se brisaient assez souvent, surtout vers la tête qui recevait directement le choc du marteau, on employait une allonge en bois que l'on appliquait d'un côté contre la tête du picot, et dont l'autre extrémité, fortifiée par une frette en fer, était frappée par le marteau ; de cette manière, les picots étaient ménagés et avaient une plus longue durée.

Afin de faciliter le calfatage, on abattait légèrement les arêtes qui formaient le contour de la tête des picots (fig. 22) ; et, pour donner au bouclier une plus grande imperméabilité, on avait soin, avant de chasser les picots, de placer à leur pointe un bourrelet de foin, qui, en se tassant, au fur et à mesure que le picot avançait, faisait, pour ainsi dire, fonction de filtre ; il arrêtait en partie les sables tout en permettant aux eaux de s'écouler.

On pouvait donc, au moyen de picots, rendre le revêtement de la galerie aussi imperméable qu'on le désirait ; on n'avait qu'à bien calfater le front de travail, à paver convenablement le sol, et, au besoin, lorsque les palplanches, appliquées suivant les faces latérales de la galerie, venaient à s'écarter les unes des autres et à laisser, ainsi, une portion du terrain à découvert, on n'avait qu'à boucher cet espace au moyen de picots semblables à ceux que l'on plaçait sur le sol.

Pendant les premiers mois que l'on employa ce procédé, l'avancement de la galerie fut de 1 mètre à 1m25 par semaine ; mais, peu après, il fut porté à un mètre par jour ; il avait fallu donner le temps à l'inventeur de perfectionner son procédé, d'apporter dans l'exécution du travail toutes les petites modifications qu'il n'avait pu prévoir avant la mise

en application et que l'expérience et les circonstances particulières dans lesquelles il s'est trouvé, ont pu seules lui indiquer; il avait fallu aussi, que les ouvriers eussent eu le temps de s'habituer petit à petit à exécuter un travail qui était nouveau pour eux; dès que ces derniers eurent acquis l'expérience, ils parvinrent donc à faire un mètre de galerie par jour. Cet avancement rapide était déjà un grand avantage du procédé de M. Durieux; mais il en présentait un autre plus important encore; c'était de permettre de diminuer l'écoulement des sables à un tel point, que, au lieu d'avoir à extraire 20, 30 et même 45 mètres cubes de sable, comme on était obligé de le faire auparavant, pour avancer la galerie de un mètre, on n'en extrayait que 2 à 2 $^1/_2$ mètres cubes pour faire le même avancement; on évitait donc tous les graves inconvénients que présentait l'extraction d'une quantité aussi considérable de matière, extraction qui amenait nécessairement des excavations dans le terrain, des éboulements qui, tout en compromettant l'existence de la galerie, avaient pour effet d'occasionner des dégradations et des dépressions considérables à la surface. Ce procédé avait donc pour lui la sûreté, la rapidité et la facilité d'exécution, une grande diminution dans le coût de la main-d'œuvre, et la non dégradation des terrains et habitations de la surface.

C'est en employant ce mode de travail, que M. Durieux parvint, vers le milieu de 1846, à pousser la branche 9*h* (fig. 15) jusqu'au puits n° 12, et la branche 9*l* jusqu'au puits n° 13; les terrains que l'on eut alors à traverser à partir des puits n° 12 et n° 13, étant plus faciles à travailler, on reprit le procédé ordinaire et l'on arriva, au commencement de 1847, aux points *o* et *u*. On faisait un mètre d'avancement par jour dans chacune de ces galeries.

Au point *u*, les sables étant encore devenus très-mouvants, on employa de nouveau les picots et l'on parvint, vers le mois de mars 1848, au point *p* où l'on arrêta les travaux pour les reprendre plus tard lorsqu'on aura besoin d'enfoncer un

nouveau puits. A cette époque, l'avancement de la galerie était de 1m20 à 1m25 par jour; l'extraction des sables était de 2 mètres cubes environ par mètre de galerie; le transport des déblais se faisait en outre à peu de frais, parce que, à partir du puits n° 12, on avait dressé sur le sol de la galerie un chemin de fer, et les déblais étaient menés dans de petits waggons à quatre roues de 1,50 hectolitre de capacité; les rails qui se composaient de bandes de fer de 0m015 d'épaisseur, étaient assujettis dans des coussinets en bois fixés sur les semelles au moyen de deux clous; les clavettes étaient en bois. Il y avait trois manœuvres de 12 à 15 ans pour effectuer le transport sur une distance de 365 mètres, soit un traîneur pour 122 mètres de voie à parcourir; arrivés au pied du puits par où l'extraction avait lieu, ils plaçaient le contenu de leur chariot dans un baquet qui était amené au jour au moyen d'un treuil mis en mouvement par deux femmes; un homme vidait ces baquets et conduisait les déblais à quelque distance de l'orifice du puits.

Le travail au front de la galerie était exécuté par deux ouvriers gagnant chacun fr. 1,20 pour 6 heures de travail; les traîneurs recevaient fr. 0,80, aussi pour 6 heures; les femmes occupées au treuil et l'homme chargé de vider les baquets et de transporter les déblais, travaillaient pendant 8 heures, et recevaient 1 franc chacun.

Ainsi, en supposant comme précédemment, une distance de 90 mètres à parcourir par les traîneurs dans la galerie, ce qui exigeait la présence d'un manœuvre, 1m20 de galerie qui formait l'avancement de 24 heures, coûtait pour main-d'œuvre :

8 journées	à fr.	1,20	soit fr.	9,60
4	id.	0,80		3,20
9	id.	1,00		9,00
			Total. fr.	21,80

d'où fr. 18,17 pour un mètre de galerie.

Nous avons vu plus haut qu'avec le procédé ordinaire, sans chemin de fer dans la galerie, et pour une distance de 90 mètres à parcourir par les traîneurs, le mètre d'avancement coûtait pour main d'œuvre, la somme de 340 frs.

Ces chiffres parlent d'eux-mêmes et font suffisamment ressortir l'économie apportée par l'emploi du procédé de M. Durieux.

Le remplacement du boisage par un revêtement en maçonnerie, n'était fait que lorsque la portion de galerie à maçonner se trouvait comprise entre deux puits et qu'elle ne devait plus être parcourue par les traîneurs qui conduisaient toujours les déblais au pied du puits le plus voisin du front de travail ; si l'on n'avait pas agi de cette manière, on aurait été forcé d'arrêter l'avancement de la galerie jusqu'à ce que la maçonnerie eut été construite, car les cintres que l'on était obligé d'établir pour supporter la voûte, encombraient presque complétement la galerie qui avait de petites dimensions. Ce revêtement se composait de deux pieds-droits que l'on élevait sur les semelles, et d'une voûte demi cylindrique, le tout d'une demi brique d'épaisseur (fig 23) ; au fur et à mesure qu'on l'exécutait, on enlevait les madriers qui garnissaient les faces latérales et le ciel de la galerie ; ces bois pouvaient être emportés sans inconvénient parce que les sables se trouvaient en grande partie asséchés et pouvaient être maintenus par les palplanches qu'on laissait subsister dans le terrain. On avait soin de remplir soigneusement, avec des pierrailles et des morceaux de briques, l'intervalle existant entre les parois et le revêtement en maçonnerie. De temps en temps, on ménageait dans les pieds-droits, de petites ouvertures pour permettre aux eaux d'arriver dans la galerie, et, lorsque l'on s'apercevait qu'en quelque point, il affluait beaucoup d'eau, on établissait, dans la partie inférieure de ces pieds-droits, deux ou trois rangs de briques sans mortier sur une longueur de 2 mètres à 2^m50 ; par ces dispositions, on évitait l'accumulation des eaux derrière la maçonnerie et l'on favorisait l'assèchement du terrain.

Les travaux étaient aérés de la manière suivante : le courant d'air pur descendait par l'un des puits, venait assainir la galerie et le front de travail où se trouvaient les ouvriers ; il se rendait ensuite à un autre puits par un canal en bois appelé *canard*, emportant avec lui les miasmes et les gaz délétères qu'il avait rencontrés dans son parcours. Le canard se composait de quatre planches assemblées de manière à former un conduit à section carrée de 0^{m}20 de côté ; il était établi contre l'une des parois latérales de la galerie et plongeait de quelques centimètres dans l'eau qui recouvrait le sol ; cette disposition était assez avantageuse, parce que l'eau, en s'écoulant dans ce conduit, entraînait le courant d'air et favorisait ainsi l'aérage des travaux.

Nous dirons ici quelques mots sur la manière dont on a procédé à l'enfoncement des puits n° 11, 12, 13 et 14.

Le tableau suivant donne l'épaisseur et la succession des différentes couches de terrain que l'on a du traverser pour l'établissement de ces puits.

DÉSIGNATION DES TERRAINS.	PUITS			
	N° 11.	N° 12.	N° 13.	N° 14.
	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Terre végétale	4,50	2,50	4,00	1,58
Argile	8,18	4,00	4,45	15,00
Sables jaunes	2,95	6,00	10,50	6,62
Rabot (couches alternatives de silex et de marne)	6,15	5,00	3,00	1,80
Sables verts	7,00	7,00	8,00	»
Sables gris, bleu, et blanc, divisés par de petites couches d'argile	5,94	5,86	3,50	»
Banc d'argile mélangée de sable	2,96	2,36	2,40	»
Sables noirs à gros grains	5,74	5,00		
Banc d'argile renfermant des sables gris	1,90			
Lignite	0,59	20,88	16,55	»
Sables gris très-mouvants	6,00			
TOTAUX	47,90	54,60	52,20	25,00

Puits n° 11.

Ce puits a été ouvert à la fin de 1844, non pas directement au-dessus de la galerie, mais à 5 mètres sur le côté ; on devait, lorsqu'il aurait été descendu jusqu'au niveau de la galerie, le mettre en communication avec cette dernière au moyen d'une petite galerie; on évitait, par cette disposition, l'inconvénient d'avoir la partie inférieure du puits percée sur deux côtés opposés, ce qui aurait diminué la solidité, et l'on pouvait circuler librement dans la galerie sans être obligé de passer sous le puits ; le petit bout de galerie qui établissait la communication avec la galerie principale, faisait, pour ainsi dire, fonction de chambre d'accrochage.

Les terrains que l'on a rencontrés avant d'arriver au rabot, ne contenant pas d'eau et ayant assez de consistance, ont été facilement traversés; lorsque l'on arriva au rabot, on rencontra un peu d'eau que l'on dut épuiser au moyen d'une pompe à bras. Au dessous du rabot, on trouva un banc de sables verts imperméables aux eaux et faciles à travailler; on pénétra ensuite dans des couches de sables contenant plus ou moins d'eau que l'on épuisa au moyen de seaux et d'un treuil. Puis est venu un banc d'argile imperméable, une couche de sables non mouvants à gros grains, dans laquelle on a laissé couler les eaux qui arrivaient par les parois du puits, un deuxième banc d'argile plastique imperméable aux eaux, et, enfin, on est entré dans des sables très mouvants.

Le travail dans les terrains au-dessus du sable mouvant, n'a pas présenté de grandes difficultés ; à partir de la tête du rabot et jusqu'au terrain mouvant, on a revêtu les parois du puits de cadres jointifs en bois, formant une sorte de cuvelage à quatre pans de 1^{m}80 de côté, que l'on n'a rendu imperméable aux eaux, au moyen d'un calfatage, que dans le rabot; au-dessous du rabot, ce revêtement avait pour but de maintenir les terres et d'empêcher principalement la chute dans le puits, des eaux qui sortaient des parois ; les eaux

qui descendaient le long de la face extérieure de ce boisage, se rendaient dans le banc de sable situé au-dessus de la deuxième couche d'argile. Comme l'on craignait que ce revêtement ne vînt à se déformer à la suite d'un éboulement, on a rendu tous les cadres en bois solidaires entre eux au moyen de lames en fer de 0m08 de large sur 0m005 d'épaisseur, disposées verticalement, deux sur chaque face, et à une distance de 0m30 à 0m35 des angles.

Pour soutenir le cuvelage, on a établi trois siéges ; le premier dans la couche de sables verts en-dessous du rabot ; le deuxième dans le premier banc d'argile plastique que l'on a rencontré, et le troisième dans le deuxième banc d'argile qui se trouvait au-dessus des sables mouvants. Ces siéges ont été formés de pièces de bois de 0m30 de largeur, disposées comme l'indique la figure 24 ; les extrémités des deux pièces les plus courtes *aa*, étaient munies de tenons de 0m06 de longueur, qui se logeaient dans des mortaises pratiquées dans les deux autres pièces *bb* ; de plus, les quatre pièces ont été reliées deux à deux, par quatre tiges en fer *c*, de 0m05 de diamètre, qui servaient à resserrer les pièces du cadre au moyen d'écrous. Le premier de ces trois siéges, celui établi en-dessous du rabot, a été picoté ; les deux autres ont été reliés au premier par de grands tirans en fer de 0m08 de diamètre. Les pièces qui composaient les cadres du revêtement avaient 0m15 de largeur ; elles ont été simplement juxtaposées, sans tenons ni mortaises, et sans tiges semblables à celles *c* dont on avait armé les siéges.

Les six mètres de terrain qu'il restait à traverser pour descendre le puits jusqu'au niveau de la galerie, étant des sables très mouvants, il fallut se servir d'un grand cylindre en tôle de fer de 0m012 d'épaisseur, que l'on enfonça dans le terrain; ce cylindre de 1m78 de diamètre, fut formé par deux tronçons superposés, de 2m80 de hauteur chacun, surmontés par un troisième de 1m40 de haut ; ils furent reliés les uns aux autres, par des boulons s'engageant dans des collets intérieurs

dont ces tronçons étaient munis. Pour consolider ce tubage, et en même temps, pour faciliter sa descente, on le garnit extérieurement, de six fortes lattes en bois, placées verticalement et fixées au moyen de boulons.

Ce cylindre fut enfoncé dans le terrain, au moyen de vis de pression, qui prenaient leur point d'appui contre des pièces de bois solidement encastrées par leurs extrémités dans les parois du puits.

Pendant toute la descente du cylindre, on n'épuisa pas les eaux ni les sables ; lorsqu'il fut arrivé à la profondeur convenable, il fallut emporter la colonne de sable et d'eau qui se trouvait à l'intérieur. Voici de quelle manière on procéda à l'exécution de cette opération : avant de descendre le cylindre, on avait pratiqué, à un mètre de distance de sa base, une ouverture quadrangulaire de 1^{m}20 de côté, que l'on avait fermée extérieurement, au moyen d'une porte fixée par des vis; on eut soin, pendant l'enfoncement du cylindre, de faire en sorte que cette porte se trouvât constamment en regard de la galerie. Dès qu'elle fut arrivée à une profondeur convenable, on vint la détacher, extérieurement au cylindre, par une petite voie que l'on pratiqua dans l'une des parois de la galerie ; on ôta d'abord quelques vis pour laisser écouler l'eau qui se trouvait avec le sable dans le cylindre sur une hauteur de 6 mètres ; lorsque l'on s'aperçut que le sable était asséché, on put détacher tout à fait la porte et vider le cylindre, opération qui se fit sans le moindre inconvénient.

Le puits ayant alors atteint la profondeur qu'il devait avoir, on remplaça le cuvelage en bois par un revêtement circulaire en maçonnerie, d'une brique d'épaisseur; on a ménagé à l'extérieur, un canal vertical de 0^{m}12 de largeur, par où les eaux du rabot peuvent se rendre dans le banc de sable mouvant et de là dans la galerie d'écoulement ; de cette manière on assèche le rabot tout autour du puits.

Puits n° 12.

Ainsi qu'on l'a fait pour le puits n° 11, le puits n° 12 a été placé de manière que son pied se trouvât à 5 mètres de distance de la galerie. Les terrains que l'on a rencontrés au-dessus du rabot, n'ont présenté aucune difficulté pour le travail d'enfoncement ; mais le rabot contenant une grande quantité d'eau, on n'a pu le traverser comme on l'avait fait au puits n° 11. On est venu l'assécher par-dessous au moyen d'une galerie de 1 mètre de côté, partant du puits n° 11 et établie dans le banc de sable vert qui se trouve au-dessous de ce rabot ; on a donné à cette galerie une légère pente vers le puits n° 11 ; dès qu'elle a été parvenue au-dessous du puits n° 12, on a pratiqué dans son toit un trou de sonde vertical qui a été arrêté dans le rabot ; les eaux ont donc pu s'écouler par ce trou, suivre la galerie établie dans les sables verts, et tomber dans le puits n° 11 pour gagner la galerie d'écoulement. Le rabot ainsi asséché a pu être facilement traversé.

L'enfoncement du puits dans les sables verts et les couches suivantes, n'a présenté aucune difficulté, parce que ces terrains ne donnaient que peu ou point d'eau ; les parois ont été revêtues d'un boisage formé de cadres soutenant des planchettes derrière lesquelles on a placé du foin ; les cadres ont été placés, suivant l'état du terrain, à 0^m50 ou 0^m80 les uns des autres.

Lorsque l'on a été sur le point d'arriver aux sables mouvants, on est venu pratiquer le petit bout de galerie qui devait mettre le puits en communication avec le conduit ; on l'a arrêtée lorsqu'elle a eu atteint une longueur de 6 mètres ; les eaux ont pu alors s'échapper du terrain avec facilité, et les sables, asséchés par ce moyen, ont été traversés sans inconvénient.

Lorsque le puits a été descendu jusqu'au niveau de la galerie, le revêtement en bois dont on avait garni les parois pendant l'enfoncement, a été remplacé par un revêtement en maçonnerie d'une brique d'épaisseur.

Puits n° 13.

Le percement du puits n° 13 n'a présenté aucune difficulté, parce que le rabot contenait moins d'eau qu'aux autres puits et que les sables n'étaient pas aussi mouvants que ceux des n° 11 et n° 12; on a épuisé les eaux au moyen de seaux mis en mouvement par un treuil.

Lorsque le puits a été complétement enfoncé, on a remplacé, comme dans les autres puits, le boisage par un revêtement en maçonnerie.

Puits n° 14.

Le puits n° 14 n'a été descendu que jusqu'à la profondeur de 25 mètres; la société ayant décidé qu'elle ferait arrêter l'avancement de la galerie, on a suspendu l'enfoncement de ce puits.

Les 25 mètres de terrain que l'on a rencontrés ne fournissant pas d'eau, on les a facilement traversés: on s'est arrêté au rabot qui donnait de l'eau en grande quantité. M. Durieux s'était proposé de venir assécher le rabot par dessous comme il l'avait fait au puits n° 12; mais comme il y avait une distance de 400 mètres entre le puits n° 12 et le nouveau puits n° 14, et qu'il aurait fallu établir dans le banc de sable vert une galerie de 400 mètres de longueur pour venir démerger le rabot, travail qui aurait été assez coûteux, M. Durieux s'était décidé à diriger une voie montante à partir de la galerie jusque dans le banc de sable vert, et d'aller alors, dans l'aplomb du puits, pratiquer des trous de sonde par où les eaux du rabot devaient s'écouler et se rendre dans la galerie d'écoulement. Ce travail n'a pas été exécuté par suite de la décision qu'a prise la société de suspendre momentanément l'avancement de la galerie.

Le procédé imaginé par M. Durieux pour pratiquer des galeries dans les sables mouvants, et qui consiste principalement

à maintenir, au moyen de picots, les sables partout où ils pourraient se frayer un passage, présente, ainsi qu'on a pu le voir par la description que nous en avons donnée ci-dessus, beaucoup d'avantages sur les autres procédés employés jusqu'alors ; l'application que l'on en a faite avec le plus grand succès, au percement de la galerie d'écoulement de la Louvière, galerie qui avait 1^m20 de hauteur sur 0^m90 de largeur, a démontré que ce procédé résolvait très-bien la question du percement des galeries de petites dimensions dans les terrains mouvants ; mais, pour être autorisé à proclamer la supériorité, en toutes circonstances, du procédé de M. Durieux, il restait à savoir si son application présenterait les mêmes avantages pour le percement des galeries à grande section. Eh bien, cette question a été résolue favorablement par le travail que M. V. Simon, ingénieur directeur de la société de la Nouvelle-Montagne a fait exécuter en 1848, pour traverser des sables mouvants que l'on avait rencontrés dans une galerie d'écoulement d'assez grandes dimensions, ouverte à Engis dans le terrain anthraxifère. Le procédé que l'on a suivi pour traverser ces sables, est tout à fait semblable à celui que M. Durieux avait imaginé et appliqué dès le mois de novembre 1845 dans la galerie de la Louvière ; seulement, les difficultés que l'on a eues à vaincre à Engis, ont été beaucoup plus considérables qu'à la Louvière, à cause des grandes dimensions de la galerie qui devait avoir, après l'établissement du revêtement en maçonnerie, 2^m60 de hauteur sur 2^m20 de largeur, c'est-à-dire, en section, plus du triple de celle de la Louvière.

Nous allons maintenant donner la description du travail exécuté pour le percement de la galerie d'Engis.

TRAVAUX EXÉCUTÉS A ENGIS POUR LE PERCEMENT D'UNE GALERIE A TRAVERS DES SABLES MOUVANTS AU MOYEN DE PICOTS.

La société de la Nouvelle-Montagne a fait ouvrir à Engis, en 1845, au pied de la montagne qui longe la rive gauche de la Meuse, une galerie d'écoulement et d'extraction, pour venir

recouper le gîte de calamine dit du *Dos*, qui se trouve situé sous forme d'amas peu régulier, entre le calcaire supérieur du terrain anthraxifère et le schiste alumineux du terrain houiller ; on sait que dans cette contrée, il est survenu un grand accident géologique, qui a tellement bouleversé le terrain, que la formation anthraxifère, quoique plus ancienne que le terrain houiller, se présente cependant superposée à ce dernier ; la direction générale des bancs est à peu près de l'ouest à l'est. Les bancs inférieurs du calcaire supérieur ont été transformés en dolomie, et c'est ordinairement vers le point de contact de la dolomie et du calcaire, que l'on rencontre les premiers gisements métallifères ; généralement, ces bancs de dolomie ne viennent pas affleurer à la surface dans cette contrée, et leur tête est recouverte de terrains meubles, tels que argile ferrugineuse, quelquefois plastique, sables, etc.

C'est à peu près perpendiculairement à la direction de ces bancs, que la galerie fut conduite ; on traversa d'abord du calcaire magnésien, puis l'on pénétra dans les terrains meubles qui reposent sur les têtes des bancs de dolomie ; de temps en temps, on rencontra sur le sol et sur la paroi ouest de la galerie, des bancs de schiste noir et des pointes de calcaire ; arrivé à 550 mètres de longueur, on entra dans une couche d'argile noire, ne donnant pas d'eau, puis dans un banc d'argile renfermant du minerai de fer, et l'on était occupé en décembre 1847 à traverser une couche d'argile compacte, qui, avec la précédente, se présentait sur une épaisseur de 5 mètres, lorsque, par une taille que l'on pratiquait dans le sol contre la paroi est de la galerie, pour y placer un montant du boisage, des sables mouvants firent irruption et vinrent recouvrir le sol sur une longueur de 10 mètres et un mètre d'épaisseur.

Pour traverser ces sables qui étaient d'une très-grande mobilité, M. Simon (Victor), directeur de la société, fit d'abord exécuter quelques travaux préparatoires pour assécher

le terrain ; ensuite, pour avancer la galerie dans les sables, il en fit garnir les parois latérales et le ciel de palplanches jointives en bois, et le front de travail de picots horizontaux et contigus que l'on chassa en avant à coups de masse.

Malgré les difficultés que présentaient la nature du terrain et les dimensions de la galerie, qui devait avoir, après la pose du revêtement définitif, 2m60 de haut sur 2m20 de large, ce travail a été mené à bonne fin, et l'on est parvenu à traverser avec célérité et sans accident, les sables mouvants sur une longueur de 15 mètres.

Voici, d'après le journal de l'établissement [1] et d'après les renseignements que M. Remy Paquot, ingénieur civil, sous-directeur de la société, a bien voulu nous donner, lorsque nous avons visité les lieux, de quelle manière les travaux ont été conduits :

Après que les sables eurent fait irruption, on vint déblayer la portion de galerie encombrée et l'on boucha l'ouverture qui leur avait donné accès ; on consolida le front de travail au moyen d'une digue en argile, maintenue par des madriers s'appuyant contre une charpente en bois solidement établie dans la galerie ; on pratiqua ensuite, en divers points du front, plusieurs trous de sonde, afin de reconnaître la direction du banc de sable et en même temps pour assécher le terrain.

On apprit par ces sondages que les sables se dirigeaient du nord-ouest au sud-est et que pour les atteindre, on avait à traverser, au front de la galerie, trois mètres d'argile vers la partie supérieure à l'ouest, deux mètres vers le centre et 1m70 environ vers la partie inférieure à l'est ; c'était par ce dernier endroit que les sables avaient pénétré dans la galerie. Ces trous de sonde fournissaient environ 2 1/2 mètres cubes d'eau par heure. Afin d'empêcher qu'ils ne donnassent accès à une trop grande quantité de sables, on les avait, en partie, bouchés avec du foin qui retenait les sables en laissant écou-

(1) Un extrait de ce journal a été publié dans le tome XIV, 4me série des Annales des mines.

ler l'eau ; malgré cette précaution, ils donnaient encore quelquefois du sable en telle quantité que l'on était obligé de les boucher entièrement ; d'autres fois ils étaient obstrués par l'argile qui y arrivait et par les sables que les eaux y déposaient ; on était alors forcé de les déboucher ou d'en établir de nouveaux.

Comme la quantité d'eau fournie par ces trous de sonde était à peu près constante, que les sables entraînés avec elle pouvaient laisser des vides et par suite occasionner des éboulements derrière le front de la galerie, enfin, que la couche d'argile qui arrêtait les sables étant percée en trop de points aurait pu perdre beaucoup de sa consistance et céder facilement sous la pression qu'elle supportait, on se décida, pour opérer l'assèchement du terrain, à percer dans l'argile ferrugineuse, à cinq mètres environ en arrière de la digue appliquée contre le front, deux petites galeries perpendiculaires à la galerie principale et ayant 1^{m}80 de haut sur 0^{m}80 de large ; ces galeries furent maçonnées pour empêcher l'écrasement et précédées par un trou de sonde pour éviter toute surprise. Lorsqu'elles eurent atteint une longueur de quatre mètres, on les fit tourner vers le banc de sable et l'on favorisa l'écoulement de l'eau qui arrivait par le front ; celle pratiquée à l'est, qui fournissait une quantité d'eau considérable , fut prolongée de cinq mètres et l'on établit un second embranchement dirigé vers les sables ; la petite galerie de l'ouest ne fut pas avancée aussi près des sables que celle de l'est ; on pratiqua à son front un sondage pour venir percer aux sables ; il avait atteint une longueur de deux mètres sans cependant avoir touché le terrain mouvant, lorsque le sol de la galerie fut soulevé, le muraillement détruit et la tranchée remplie d'argile mélangée de sables ; on y établit un barrage pour contenir le terrain et on l'abandonna parce qu'il aurait été assez difficile de la rétablir et que d'ailleurs elle ne fournissait que très-peu d'eau, attendu que la masse d'argile sou-

levée s'étant mélangée aux sables, avait formé une pâte visqueuse qui empêchait l'eau de s'écouler.

On favorisa l'écoulement de l'eau par ces petites galeries pendant deux mois environ ; cependant, après ce laps de temps, les sables n'avaient perdu que très-peu de leur mobilité ; l'écoulement de l'eau avait été souvent ralenti, parce qu'il était survenu, dans la masse, plusieurs petits éboulements qui avaient amené de l'argile contre les ouvertures par où les eaux se frayaient un passage ; il ne pouvait en être autrement, car la matière mouvante était divisée par de petits bancs d'argile, et la quantité de sable que les eaux entraînaient toujours avec elles, étant assez considérable, quelque soin que l'on prît pour en arrêter la venue, il se formait de petites excavations sous les bancs d'argile qui, finissant par céder sous le poids qu'ils supportaient, gagnaient le fond des excavations et arrêtaient l'écoulement des eaux.

Le 10 février 1848, on reprit l'avancement de la galerie ; on enleva d'abord la digue et la charpente appliquée contre le front et l'on établit un boisage provisoire dans la portion de galerie comprise entre le revêtement en maçonnerie et le front de travail ; à quelque distance de celui-ci, on dressa un cadre en chêne (fig. 25) dont la semelle *a* était d'une seule pièce et dont les montants et le chapeau se composaient chacun de deux parties reliées par des boulons, mais tenues écartées de 0^m05 par trois tasseaux en bois placés l'un au milieu de la longueur et les deux autres à chacune des extrémités. Ce cadre laissait ainsi dans les montants et le chapeaux une rainure dans laquelle on fit passer des madriers en hêtre (palplanches) (fig. 26 et 27) de 0^m05 d'épaisseur, 0^m25 de largeur et 1^m50 à 1^m80 de longueur, que l'on chassa dans le terrain jusqu'à ce qu'il fut impossible de les faire avancer ; l'extrémité qui pénétrait dans le terrain, était un peu amincie en coin. L'écartement ménagé entre les pièces formant les montants et le chapeau du cadre, était tel que les palplanches pénétraient dans le terrain en faisant un angle de 15° avec

les parois et le faîte de la galerie; la pression qu'exerçait le terrain sur leur extrémité, les ramenait bientôt dans une position horizontale; elles formaient donc un coffrage qui maintenait le terrain sur les parois et le ciel de la galerie.

On donna au cadre, des dimensions telles que l'on put établir intérieurement un revêtement en maçonnerie de deux briques d'épaisseur, en conservant à la galerie ses dimensions ordinaires, c'est-à-dire 2^m60 sur 2^m20.

Lorsque ce cadre et les palplanches furent établis, on vint chasser un massif de pilotis ou picots horizontaux, dans l'angle est du front, près du sol par où les sables avaient fait irruption. Ces picots, qui avaient une longueur moyenne de 1^m20 et un diamètre de 0^m10 à 0^m15 à la tête, furent serrés le plus fortement possible les uns contre les autres ; l'intervalle qui les séparait et par où les eaux et les sables pouvaient affluer dans la galerie, fut bouché avec du foin et de petits picots de 0^m15 à 0^m20 de longueur. Le fond de la galerie se présentait alors comme il est indiqué par la fig. 28. Il était garni de madriers *a* qui maintenaient le terrain sur lequel la matière mouvante exerçait une forte pression ; ils étaient soutenus par des poussards horizontaux butant contre le cadre précédemment établi.

On enleva ensuite avec précaution l'argile qui se trouvait au front de la galerie au point B; en même temps, on fit avancer les pilotis établis dans la portion A; lorsqu'il n'y eut plus en B qu'une épaisseur d'argile de 0^m50, on plaça de nouveaux pilotis à la suite de ceux qui étaient déjà établis; mais ils ne tardèrent pas à refuser d'avancer, à cause des frottements qui devenaient d'autant plus forts que l'argile était comprimée davantage; on dut alors préparer leur place dans l'argile, sur une profondeur de 0^m30 environ, avec une tarière, et les enfoncer ensuite à coups de masse, jusqu'à ce que leur tête affleurât avec celle des pilotis déjà placés; on vint ensuite enlever une partie de l'argile au point C; on dressa un nouveau cadre semblable au précédent et l'on éta-

blit un deuxième cours de palplanches. On continua à enlever de la même manière l'argile aux points C et D, à placer de nouveaux picots lorsqu'il ne resta plus que 0m50 d'argile, et à chasser en avant ceux qui étaient déjà établis ; à la fin, tout le front de travail fut garni de pilotis serrés les uns contre les autres par un calfatage soigné, et présenta l'aspect indiqué par les fig. 29 et 30.

On enfonça de 0m30 les pilotis placés à la partie supérieure du front, sur une hauteur de 0m30 ; on fit marcher en avant de la même quantité ceux qui se trouvaient immédiatement en dessous dans une bande horizontale aussi de 0m30 de hauteur ; on continua de la même manière jusqu'à ce que l'on fût au niveau du sol de la galerie.

Au fur et à mesure que l'on fit marcher horizontalement les derniers picots, dans l'angle inférieur est du front, par où les sables s'étaient d'abord fait jour, on chassa verticalement dans le sol de la galerie des picots de 0m60 à 0m90 de longueur, parce que l'on craignait une affluence des sables en ce point ; cette précaution ne fut pas jugée nécessaire pour cette fois à l'ouest où se trouvait encore une épaisseur considérable d'argile.

Pendant cet avancement, il arriva que très-souvent, des picots se déchirèrent, ou prirent une mauvaise direction, ou refusèrent d'avancer ; on fut obligé de les remplacer après avoir enlevé avec la tarière l'argile ou le sable qui se trouvait desséché par la compression.

On recommença à chasser les pilotis, en partant de la partie supérieure du front de travail, jusqu'à ce que l'on fut assez avancé pour établir un 3e cadre à 0m75 de distance du précédent.

On en était à cette période du travail le 28 février, lorsque des pluies continuelles vinrent augmenter les difficultés et occasionner une affluence plus considérable d'eau et de sable dans les travaux ; tous les efforts durent pour ainsi dire se borner à maintenir les pilotis en place et à fermer les plus

petites issues, autrement le transport le plus actif n'aurait pas suffi pour enlever le sable qui arrivait. Néanmoins il ne survint aucun accident, si ce n'est que les pilotis, au lieu de conserver leur position horizontale, s'inclinèrent la pointe en bas. La pression du sable et sa sortie par le sol, furent les causes de cette déviation ; on chercha à l'arrêter en retirant quelques-uns des pilotis et les remplaçant par d'autres, de 2 mètres à 2^{m}60 de longueur ; mais ces derniers ne tardèrent pas à perdre leur horizontalité, parce que s'étant engagés par leur extrémité dans des masses d'argile provenant de l'éboulement des bancs supérieurs, ils furent entraînés avec ces masses d'argile qui continuèrent de descendre à mesure que les eaux et les sables sortirent par le sol de la galerie.

On avança de cette manière jusqu'au 12 mars ; mais, le travail étant devenu difficile, on arrêta l'avancement qui était très-lent et très-coûteux, et l'on attendit des circonstances plus favorables pour continuer la galerie ; on s'occupa pendant cet arrêt à maintenir le front de travail en bon état, à faciliter l'écoulement des eaux en empêchant autant que possible celui des sables, et à construire ou réparer le revêtement en maçonnerie dans les endroits de la galerie où le besoin s'en faisait sentir.

Le 20 mai, ces maçonneries furent achevées jusqu'à 0^{m}60 du front et l'on put reprendre l'avancement de la galerie. Un nouveau sondage pratiqué dans le front de travail, fit croire que l'on n'avait plus que 6 mètres de sable d'un côté et 4 mètres d'un autre. La sonde pénétra assez avant dans l'argile compacte ; mais cette argile provenait encore de l'éboulement des bancs supérieurs.

Les pilotis, surtout ceux près du sol, avaient pris une position presque verticale ; les masses d'argile étaient descendues plus bas dans le sable et avaient ainsi contribué davantage à faire prendre cette position verticale aux pilotis qui les avoisinaient ; il fallut les pousser complétement dans le terrain, ou les scier, ou les arracher, ce qui était plus difficile,

et les remplacer immédiatement par d'autres enfoncés horizontalement.

On avait reconnu les difficultés que présentaient les grandes dimensions de la galerie ; d'un autre côté, le sable une fois traversé se desséchait complétement et pouvait alors se laisser tailler sans grande difficulté. On résolut en conséquence de ne plus donner à la taille que 2m10 de hauteur sur 1m80 de largeur.

On crut pouvoir employer des cadres dont le chapeau ainsi que chacun des deux montants était d'une seule pièce ; les palplanches étaient alors guidées en s'appuyant au-dessus de la tête du cadre le plus rapproché du front de travail et en dessous de celle du cadre immédiatement en arrière ; mais l'on trouva, par la suite, plus avantageux de les construire comme on l'avait fait dans le principe, c'est-à-dire avec montants et chapeaux formés de deux pièces séparées de 0m05 par des tasseaux.

La section de la galerie ayant été ainsi réduite, on procéda à l'avancement des pilotis de la même manière que la première fois, excepté qu'au lieu de la masse, on se servit d'une espèce de bélier pour chercher à aller plus vite. Ce bélier était simplement un morceau de chêne armé à ses extrémités de masses de fonte ; il était suspendu au ciel de la galerie par de fortes chaînes attachées à deux faux cadres ; on faisait marcher à volonté ces chaînes à droite et à gauche, ou monter et descendre ; six hommes tirant avec des cordes faisaient balancer ce bélier et le dirigeaient sur la tête des pilotis qui, de cette manière étaient chassés en avant, deux ou trois à la fois, suivant leur grosseur ; un septième ouvrier, le chef du poste, guidait le bélier dans son mouvement pour le faire frapper juste et horizontalement ; dans les angles il fallait recourir à la masse pour pousser les pilotis en avant, on ne pouvait y faire usage du bélier.

Il arrivait quelquefois que des pilotis enfoncés dans des boules d'argile, ou à l'extrémité desquels le sable était for-

tement desséché, refusaient d'avancer malgré le bélier ; dans ce cas, on avait recours au procédé décrit, consistant à retirer un pilotis, à nettoyer son trou et à le replacer de nouveau ; on achevait de le faire serrer et de faire affluer sa tête avec celle des autres par quelques coups de masse.

L'usage du bélier présentait le grave inconvénient de déchirer fréquemment la tête des pilotis, ou tout au moins de broyer les fibres du bois, de manière à former une espèce de bourrelet qui amortissait les coups et gênait le calfatage avec du foin et de petits picots. L'emploi de la masse présentait du reste le même inconvénient ; on y a bientôt remédié en ne frappant pas directement sur les pilotis, mais sur un instrument en fer (fig. 31). Un coup de bélier mal appliqué, faisait aussi dévier les picots plus fortement que la masse ; cet inconvénient et celui de la détérioration des picots firent que l'on ne se servit pas longtemps de cet appareil et que l'on eut de nouveau recours à la masse pour chasser les pilotis.

L'opération la plus difficile consistait à faire avancer les pilotis inférieurs du front de taille et à préparer la place pour asseoir les semelles ; en cet endroit, le terrain n'étant pas du tout asséché, affluait avec abondance dans la galerie ; il fallait donc calfater avec soin et ce travail était assez pénible parce que les ouvriers devaient travailler les pieds dans l'eau ; de plus, les pilotis après être descendus de toute la hauteur du front arrivaient près du sol dans une position inclinée, la pointe dirigée vers le bas, et formaient obstacle à l'établissement des pilotis que l'on devait chasser verticalement dans le sol pour former une bonne assise sur laquelle devait reposer la semelle ; il fallait cependant apporter le plus grand soin dans la pose de ces derniers pilotis et le calfatage devait être parfaitement exécuté, parce que c'était par le sol que les eaux et les sables affluaient avec le plus d'abondance ; aussi devait-on se garder de poser une semelle tant qu'il restait la plus petite ouverture par où les sables pouvaient se frayer un passage.

L'ouvrage marcha cependant sans accident jusqu'au 4 juillet ; on avait pénétré de 4m90 dans le terrain mouvant ; à cette date, un affaissement se déclara dans le boisage, et les trois derniers mètres de maçonnerie. En trois jours les derniers cadres descendirent de 0m60 et la maçonnerie de 0m16, ce qui occasionna un retard de 10 jours. Il fallut picoter de nouveau le sol avec le plus grand soin, au moyen de pilotis verticaux de 0m40 à 0m65 de longueur, le calfater jusqu'à ce qu'il n'en sortît plus de sable, le recouvrir de semelles polies sur les faces de jonction qui présentaient une échancrure que l'on calfata avec du chanvre et que l'on recouvrit d'une lame de tôle pour empêcher le chanvre de sortir. On retailla la galerie en replaçant un boisage composé de cadres tout à fait jointifs, opération qui se fit sans difficulté parce que le sable était bien desséché.

Cette descente subite fut occasionnée par l'éboulement des bancs d'argile qui vinrent remplir les vides laissés par le sable qui s'écoulait par le sol entre les semelles ; elle fit comprendre mieux que jamais qu'il fallait en laisser sortir le moins possible, parce que les parois qui étaient desséchées, pressaient toujours sur le sol qui restait liquide et tendaient à le soulever.

Après avoir ainsi reboisé jusqu'au front de la galerie, on rendit tous les cadres solidaires de manière qu'ils ne pussent descendre que tous ensemble, au moyen de longues pièces de bois *a* (fig. 32) placées dans les quatre angles, suivant la direction de la galerie et maintenues par autant de couples de montants *b* qu'il y avait de cadres. On put donc au moyen de cette disposition empêcher la descente ou la remonte partielle des cadres, et prévenir les accidents semblables à celui qui était survenu le 4 juillet 1848.

Le 15 juillet on reprit l'avancement de la galerie ; depuis lors le travail marcha d'une manière régulière. Au lieu de pousser en avant d'abord les pilotis de la partie supérieure du front de la galerie, on commença par faire marcher ceux d'en bas, afin de pouvoir établir la semelle immédiatement, ce

qui était l'opération la plus longue et la plus difficile. Pour le reste, l'avancement des pilotis se fit au moyen de la masse et, à mesure que l'on avança, on établit des cadres et des palplanches ainsi qu'il a été dit précédemment. Enfin, le 4 octobre, on arriva au terrain solide; on avait alors traversé 15 mètres de sables mouvants.

Il fallut établir un revêtement en maçonnerie et pour cela on dut retailler la galerie sur toutes ses faces, ses dimensions ayant, à dater du 20 mai, été réduites pour traverser le sable et les pressions énormes qu'avait supportées le boisage lui ayant donné un aspect très irrégulier. Voici comment on procéda.

On commença par retailler le faîte de la galerie et on le garnit immédiatement de palplanches jointives, attendu que le sable, quoique desséché, avait encore conservé assez de mobilité. On recoupa ensuite les parois, en commençant par le haut et continuant le garnissage en palplanches; on descendit ainsi jusqu'au niveau du faite de l'ancien cadre, puis on plaça des madriers contre la partie du front mise à découvert ainsi que l'indiquent les fig. 33 et 34. Ces madriers furent maintenus en place par des coins fixés entre eux et les palplanches et par des poussards horizontaux. Cela fait, on procéda au retaillage des parois jusqu'au sol de la galerie; mais, à mesure que l'on descendit, le sable devint tellement mouvant que les palplanches ne suffirent plus pour l'arrêter et que l'on fut obligé de picoter de nouveau toutes les parties successivement mises à découvert sur la paroi du fond aussi bien que sur les parois latérales; on recouvrit la tête de ces pilotis d'un fort madrier contre lequel s'appuyèrent les montants des nouveaux cadres que l'on établit pour soutenir provisoirement le terrain et les palplanches qui le garnissaient, ainsi que pour supporter celles que l'on dressa à mesure que l'on avança.

Le ciel et les parois étant retaillés, on arriva au sol. On enleva les semelles quelquefois doubles ou triples que l'on

avait dû placer pour relever le sol à un niveau convenable dans les endroits où il avait éprouvé un mouvement de descente; on dut aussi très-souvent enlever les pilotis descendus sous le sol pendant l'avancement et qui avaient pris une position trop inclinée à l'horizon, pour les remplacer par d'autres convenablement établis. On déblaya enfin le sol jusqu'à ce que l'on eut assez de place pour dresser un rouleau de maçonnerie; il arriva presque toujours, pendant cette opération, que l'on dut établir un nouveau picotage dans le sol pour arrêter le sable qui affluait en cet endroit.

On ne retailla la galerie que sur un mètre de longueur à la fois, avant d'établir la maçonnerie qui fut exécutée en briques, suivant la forme et les dimensions indiquées par la fig. 35. L'établissement de la voûte inférieure présenta quelques difficultés; comme le sol se trouvait à un niveau un peu supérieur à celui qu'il devait avoir réellement, parce qu'on avait compté, qu'avant de venir établir le revêtement en maçonnerie, il aurait descendu suffisamment, il arriva qu'en certains endroits où cette descente n'avait pas été assez grande, il fallut, après avoir enlevé les semelles, enfoncer les pilotis d'une quantité suffisante et calfater avec le plus grand soin; le sable qui se frayait un passage entre ces picots étant très-mouvant, il affluait en grande quantité et rendait le travail très-pénible. Après avoir établi la voûte inférieure sur un mètre de longueur, on monta les maçonneries le long des parois verticales de la galerie, puis l'on construisit la voûte supérieure. A la naissance de chacun des pieds droits et dans le but d'empêcher la descente partielle du revêtement, on plaça dans le sens de la longueur de la galerie, des longrines *a* (fig. 35), assemblées bout à bout comme il est représenté par la fig. 36.

On n'employa que des briques de choix et très-dures pour les revêtements; les remplissages intérieurs se firent avec des briques plus communes. Le mortier était composé de $^1/_2$ de chaux de Chaudfontaine, $^1/_4$ de cendres de four à zinc,

$^1/_4$ de sable blanc, le tout passé à une claie fine. L'épaisseur de la voûte supérieure fut de 2 à 3 briques, celle des parois de 2 briques et enfin celle de la voûte inférieure de 1 $^1/_2$ briques.

Pour retailler les 15 mètres de galerie, établir le revêtement en maçonnerie et le chemin de fer, il a fallu environ deux mois; de sorte que pour percer et maçonner ces 15 mètres de galerie à travers les sables mouvants, il a fallu une année entière de travail.

L'avancement journalier était, comme on a pu le voir, très-irrégulier; lorsqu'il ne s'agissait que de pousser les pilotis en avant, on pouvait aisément avancer de 0^{m}20 en 24 heures; mais il y avait souvent des jours entiers employés à l'enfoncement des palplanches, au picotage du sol, au placement des semelles, au calfatage, à l'extraction et au remplacement des pilotis qui avaient pris de mauvaises directions, de ceux dont les têtes étaient brisées, etc. Cependant, après que les ouvriers eurent traversé 5 ou 6 mètres de sables, ils purent marcher avec un peu plus de célérité parce qu'ils avaient acquis de l'expérience.

Ces ouvriers choisis parmi les meilleurs de l'établissement, étaient partagés en deux postes et travaillaient pendant 12 heures consécutives; lorsque l'on se servait du bélier, le poste se composait de 6 ouvriers et d'un chef; quand l'enfoncement des pilotis avait lieu au moyen de la masse, le poste était de quatre hommes et d'un chef; deux des quatre ouvriers tenaient l'outil fig. 31 sur lequel les deux autres frappaient avec la masse; le chef dirigeait le travail, picotait le front, choisissait les pilotis, etc; ils travaillaient tous ensemble à l'enfoncement des palplanches et à la pose des cadres. Le transport des déblais était fait par deux manœuvres qui amenaient aussi les bois, les outils, etc.

Le chef ouvrier recevait fr. 2,40 par 12 heures de travail; les ouvriers fr. 1,80 et les manœuvres fr. 1,25.

Le coût des 5^{m}90 premiers mètres de galerie dans les sables

mouvants a été de 8,830 francs, de sorte que chacun coûtait fr. 1,496-60; mais le coût moyen des 9 derniers mètres a été réduit de beaucoup : il a été d'environ 700 francs par mètre.

Le retaillage de la galerie pour établir le revêtement en maçonnerie a coûté la somme fr. 48,20 le mètre, répartie comme suit :

Baliveaux en chêne (30 à fr. 0,16). . . fr.	4,80
Étançons (10 à fr. 1,10).	11,00
Madriers en bois blanc (à fr. 0,14 le pied).	8,40
Main-d'œuvre	24,00
Total. . . fr.	48,20

Les pilotis que l'on enfonçait dans le terrain, devaient être en bois dur, bien droits, pelés, avoir les nœuds effacés sur leur surface et une grosseur uniforme sur environ la moitié de leur longueur (fig. 37), pour qu'ils fussent en contact les uns avec les autres suivant la plus grande surface possible, ce qui leur donnait de la stabilité ; l'autre portion devait être effilée sans cependant avoir l'extrémité trop pointue, autrement elle s'émoussait rapidement ; la tête devait être légèrement bombée afin de laisser de la place pour établir le calfatage. Lorsqu'on les chassait dans le terrain, il fallait avoir soin de ne pas les frapper directement, mais de se servir d'une pièce de bois ou de fer que l'on appliquait sur les pilotis et sur laquelle on frappait avec la masse.

Les dimensions les plus convenables pour les pilotis étaient de 1 mètre à 1^{m}25 de longueur et 0^{m}10 à 0^{m}12 de diamètre à la tête ; ceux qui avaient une plus grande longueur occasionnaient trop de frottement, exigeaient de la part de l'ouvrier plus de travail pour avancer, étaient plus difficiles à maintenir dans une position horizontale, et de plus présentaient de grandes difficultés lorsqu'on devait les enlever ou les chasser complétement dans le terrain pour les remplacer par d'autres. Lorsqu'ils étaient trop courts, ils étaient facilement déplacés et emportés, surtout au front de la gale-

rie ; cependant on employait avantageusement des pilotis de 0^m60 à 0^m80 pour paver le sol, parce que, en cet endroit, une fois qu'ils étaient placés et que le calfatage était exécuté, ils n'avaient plus à bouger et ils étaient maintenus par les semelles qui reposaient sur leur tête.

Il arrivait assez souvent que les pilotis établis au front de la galerie, surtout ceux qui se trouvaient vers le centre, cédant sous la pression que le terrain exerçait sur eux, étaient poussés en partie et même quelquefois entièrement hors du front de travail ; ces pilotis en se déplaçant desserraient toute la garniture et donnaient accès dans la galerie à une grande quantité de sable ; à la suite de ce mouvement, il arrivait encore que plusieurs pilotis prenaient une position inclinée et qu'on devait alors les chasser tout à fait dans le sable ou plutôt les arracher quand cela était possible. M. Paquot a obvié en grande partie à cet inconvénient en donnant au front du travail une forme légèrement concave (fig. 38) à la manière des voûtes ou serrements saxons et en appliquant contre la tête des pilotis des madriers maintenus par des poussards appuyés contre les cadres du boisage.

Il arrivait encore quelquefois que lorsqu'on chassait les pilotis au point *a*, par exemple, ceux qui se trouvaient au point *b* sortaient du front de travail ; ce déplacement des pilotis en *b*, qui avait pour cause l'augmentation de pression exercée par la matière mouvante qui était d'autant plus comprimée que l'on enfonçait davantage les pilotis en *a*, ne se produisait cependant que lorsque le calfatage n'était pas assez bien exécuté ou que les pilotis qui garnissaient le front n'étaient pas assez serrés, ce que l'on ne pouvait guère distinguer à l'œil ; lorsque ce cas se présentait, on cessait de travailler en *a* jusqu'à ce que les pilotis en *b* fussent convenablement resserrés et calfatés.

Dans ce qui précède, nous avons vu qu'il était très-difficile de maintenir les pilotis, au front de la galerie, dans une position horizontale ; presque toujours la pointe se dirigeait

en bas et ils prenaient une position de plus en plus inclinée à mesure qu'ils arrivaient à la partie inférieure du front ; le picotage du sol était alors très-difficile à exécuter parce qu'il fallait arracher ces pilotis ou les enfoncer complétement dans le terrain, opérations qui étaient très-pénibles pour les ouvriers parce qu'ils devaient travailler dans l'eau et qu'ils avaient beaucoup de peine à maîtriser l'écoulement des sables qui affluaient alors en très-grande quantité; il était assez difficile d'empêcher que les pilotis ne prissent une mauvaise direction, parce que, comme l'écoulement se faisait en grande partie par le sol et la partie inférieure du front de travail, où le terrain était plus liquide et le calfatage plus difficile à exécuter, les sables descendaient constamment derrière le revêtement, qui garnissait ce front, pour venir remplacer ceux qui s'écoulaient dans la galerie; ils entraînaient dans leur marche les pilotis qui cédaient d'autant plus facilement qu'ils étaient plus longs et moins bien serrés les uns contre les autres. On pouvait cependant diminuer de beaucoup cet inconvénient, qui est peut-être le seul que présente le procédé qui nous occupe, en n'employant pas des pilotis d'une trop grande longueur, en ayant soin de leur donner une forme cylindrique sur la moitié au moins de leur longueur, et en les serrant le plus fortement possible les uns contre les autres; il fallait aussi avoir soin de rétablir ou remplacer immédiatement ceux que l'on voyait prendre une mauvaise direction, parce que, une fois qu'ils avaient commencé à dévier, chaque coup que l'on donnait pour les chasser en avant, leur faisait prendre une position de plus en plus inclinée et ils entraînaient en outre dans leur mouvement ceux qui les entouraient.

Malgré les difficultés que présentait le passage à travers les sables mouvants, et malgré les grandes dimensions du front de la galerie, on est parvenu à mener le travail à bonne fin; on a donc pu reconnaître que le procédé au moyen de picots, pouvait être employé avec succès pour le percement des galeries, même à grande section, dans les terrains les plus mouvants.

RÉSUMÉ.

De ce qui précède, on peut conclure qu'en général, pour percer une galerie à travers des sables mouvants, il faut :

Employer un mode de revêtement tel qu'il précède toujours de la plus grande quantité possible, le front de travail de la galerie, de manière à isoler en partie, du restant de la masse, la portion de matière à enlever, ce qui en rend l'extraction plus facile et moins dispendieuse ; il serait en effet impossible d'excaver d'abord et de boiser ensuite, parce que l'on ne parviendrait jamais à maintenir le terrain qui ne cesserait d'affluer dans la galerie, avec d'autant plus de rapidité, et en quantité d'autant plus considérable, qu'il serait plus mouvant et que la portion de paroi mise à découvert serait plus grande ;

Que le revêtement soit d'autant mieux exécuté et plus imperméable aux sables, que ces derniers sont plus mouvants ; qu'il facilite l'asséchement du terrain autour de la galerie, en permettant aux eaux de s'écouler sans qu'elles entraînent cependant avec elles, une trop grande quantité de sables ;

Qu'il soit d'une solidité telle qu'il puisse, non-seulement, supporter la pression qu'exerce sur lui le terrain boueux, mais encore, résister aux chocs produits par les éboulements qui pourraient arriver dans la masse mouvante ; que les différentes parties dont il est composé, puissent être solidement reliées les unes aux autres, de manière à prévenir des dislocations et des descentes partielles qui mettraient en danger la vie des ouvriers et l'existence de la galerie ;

Que l'on puisse augmenter ou diminuer à volonté, la venue des sables dans la galerie, et que cette venue ne soit pas tellement abondante, qu'elle occasionne, dans le terrain, des excavations ou des mouvements assez considérables pour se propager jusqu'à la surface et compromettre la sûreté des habitations ;

Il faut, enfin, avoir soin de profiter de toutes les circonstances particulières que présentera le terrain sous le rapport de sa composition, de la direction de ses couches, de la na-

ture des roches encaissant ou avoisinant la matière mouvante, pour pratiquer des sondages ou autres travaux propres à opérer l'asséchement du terrain, parce que les sables boulants acquièrent d'autant plus de consistance et par suite sont moins difficiles à traverser, qu'on leur a enlevé une plus grande quantité de l'eau dans laquelle ils sont noyés.

Nous avons vu précédemment, en décrivant les principaux procédés qui ont été employés, qu'on arrivait à rendre imperméables aux sables, les parois latérales et le ciel de la galerie, en chassant des palplanches en bois ou en fer dans le terrain; sous ce rapport, presque tous les procédés décrits sont analogues, mais, ce qui les distingue principalement les uns des autres, c'est le mode de garniture employé pour empêcher l'écoulement des sables au front de travail.

Le procédé que M. Brunel a employé pour traverser les terrains ébouleux qu'il a rencontrés dans le percement du tunel sous la Tamise, ne convient pas lorsque l'on se trouve dans des terrains très-mouvants, mais présente beaucoup d'avantages lorsque l'on doit traverser des terrains peu consistants et que la galerie est à grande section; au moyen du bouclier appliqué contre le front de travail, on divise, pour ainsi dire, la galerie principale en autant de petites galeries qu'il y a de cases dans l'appareil dont chacune reçoit un ouvrier; cette division du travail et de la difficulté est bonne, quelque soit le terrain que l'on ait à traverser; mais le moyen employé pour maintenir la matière au front de travail et pour faire avancer la galerie, ne convient évidemment que lorsque le terrain est ébouleux ou peu mouvant; l'on conçoit facilement que, dans un terrain très-mouvant, il serait impossible d'arrêter l'écoulement de la matière par les parois et le front de travail, à moins de placer suivant les parois et sur le front, une suite de grands madriers qui s'étendraient suivant toute la longueur de la galerie et qui seraient manœuvrés par tous les ouvriers situés sur une même rangée horizontale; mais alors, ce serait le procédé ordinaire; on

aurait encore à vaincre les difficultés que ce procédé présente pour l'avancement de la garniture du front et la pose des semelles au sol de la galerie.

Le procédé employé à la mine d'alun de Freienwald, consistant à garnir les parois de palplanches en fer glissant sur des arcs également en fer, et à maintenir les sables au front au moyen des madriers, convient très-bien lorsque le terrain n'est qu'ébouleux ou du moins peu mouvant, et que la galerie a des dimensions telles que l'on puisse disposer les cintres pour les maçonneries sans intercepter la circulation ; il n'exige presque pas de boisage et permet d'établir le revêtement en maçonnerie au fur et à mesure que l'on avance ; mais, si ce sont des sables très mouvants que l'on a à traverser, ce procédé ne peut être employé avec avantage même pour des galeries à petite section ; il présente alors toutes les difficultés que l'on rencontre en employant le procédé ordinaire, et de plus, l'on ne peut que difficilement parvenir à rendre les parois suffisamment imperméables aux sables, surtout aux points de contact des palplanches et de la maçonnerie.

Le procédé ordinaire, c'est-à-dire, celui dans lequel on emploie, pour maintenir le sable aux parois et au ciel de la galerie, des palplanches et des cadres en bois, et, au front de travail, des madriers jointifs, est celui dont on a fait le plus souvent usage ; pour des galeries de petites sections, il réussit presque toujours quelque soit le dégré de mobilité du terrain ; seulement, lorsque la matière est très mouvante, il nécessite une surveillance active et incessante, des ouvriers adroits et hardis, qui ne se laissent pas intimider lorsqu'il survient quelque disjonction dans le revêtement par où les sables affluent en grande quantité ; il ne permet d'opérer l'avancement de la galerie qu'avec une excessive lenteur, et, le déplacement des planches appliquées contre le front de la galerie, ne peut être fait sans qu'il arrive beaucoup de sable ; on est donc alors obligé d'extraire une quantité considérable de matière pour un petit avancement, ce qui produit des ex-

cavations dans le terrain et cause souvent des éboulements qui détruisent la galerie et compromettent les habitations de la surface. Ainsi, danger constant, avancement de la galerie d'une lenteur excessive, dépense considérable pour main-d'œuvre, tels sont les principaux inconvénients du procédé ordinaire pour pratiquer des galeries de petites dimensions dans les terrains mouvants. Pour les galeries de grandes dimensions, le travail est incomparablement plus difficile que pour des voies à petites sections; on peut presque toujours s'attendre, si le terrain est très mouvant, qu'il sera à peu près impossible de faire avancer les madriers établis contre le front de travail; ces madriers devant avoir, dans ce cas, des dimensions très fortes pour résister à la pression du terrain et pour s'étendre suivant toute la longueur du front, ils ne pourront être déplacés en un point sans que de suite les sables affluent dans la galerie suivant toute leur longueur. Il est peu de cas que l'on puisse citer où l'on soit parvenu à établir au moyen de ce procédé, des galeries à grande section dans des sables très mouvants; presque toujours, après avoir essayé en vain d'exécuter le travail, on a été obligé, ou bien de renoncer à poursuivre le creusement de la galerie, ou bien de l'exécuter à ciel ouvert, quand elle n'était pas établie à une trop grande profondeur sous le sol.

Enfin, le dernier procédé que nous avons décrit, celui au moyen de picots, imaginé par M. Durieux, et qui se distingue de tous les autres par la manière de maintenir le sable au front de travail, est le seul procédé qui présente des chances assurées de succès; il a réussi parfaitement à la galerie d'écoulement de la Louvière à St-Vaast, où il a été employé pour la première fois en 1845, pour traverser des sables d'une très-grande mobilité; cette galerie avait 1^m20 de haut sur 0^m90 de large après l'établissement du revêtement en maçonnerie; il a aussi été appliqué avec succès en 1847, par M. V. Simon, ingénieur directeur de la société de la Nouvelle Montagne, à la galerie pratiquée à Engis, où l'on a rencontré

des sables excessivement mouvants ; la galerie d'Engis avait dans œuvre 2m60 de haut sur 2m20 de large. Dans ce procédé, les parois de la galerie sont revêtues, comme dans le procédé ordinaire, de palplanches en bois guidées par des cadres également en bois; mais le front de la galerie, au lieu d'être garni de madriers, se trouve entièrement tapissé de pilotis que l'on chasse en avant lorsque l'on veut prolonger la galerie.

Le grand avantage de ce mode de travail, est de rendre la quantité de sable à extraire très-petite comparativement à celle que fournissent les autres procédés, puisqu'elle ne dépasse pas deux fois le volume de la galerie, tandis qu'avec les autres procédés, elle s'élève souvent à 20, 30 et même 40 fois ce volume; on évite ainsi les excavations et les éboulements dans le terrain qui avaient souvent des conséquences désastreuses; ce seul avantage, surtout quand on doit travailler dans des sables très-mouvants, suffirait déjà pour le faire préférer à tous les autres moyens connus jusqu'ici; mais il en présente encore d'autres très-importants; ainsi, il permet d'avancer la galerie avec rapidité, il offre beaucoup de sécurité pour les ouvriers et rend leur travail beaucoup plus facile; il diminue considérablement les frais de main-d'œuvre, et de plus, il permet d'établir des galeries de grandes dimensions dans les terrains les plus mouvants, ce que l'on n'avait pu obtenir avec aucun des autres procédés.

On peut donc dire qu'il résout entièrement la question du passage, en galerie, des sables mouvants; on ne sera plus exposé, lorsque l'on rencontrera des terrains de cette nature dans le percement de galeries, ou bien à devoir dépenser des sommes considérables pour arriver au but, ou bien à devoir abandonner le travail après avoir fait des tentatives infructueuses et avoir englouti de grands capitaux.

Mons, le 10 septembre 1849.

BIOGRAPHIE.

NOTICE

SUR

HIPPOLYTE GUILLERY,

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES, ANCIEN SECRÉTAIRE DE LA COMMISSION DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

La vie de l'homme dont les travaux resteront comme un monument d'intelligence et de génie, la vie d'Hippolyte Guillery est une de ces existences pleines qui soutiennent avec honneur l'analyse biographique.

Né avec un goût ardent pour l'indépendance, l'illustre ingénieur dont la Belgique a déploré récemment la perte devait faire refléter sur ses premiers travaux les feux d'une imagination d'élite.

Aussi, préfet des études au collége de Liége, Guillery y avait-il acquis la réputation méritée de littérateur distingué. Mais à cette réputation se joignit bientôt celle d'administrateur habile, car il s'était acquitté des diverses fonctions dont l'avait investi la confiance des habitants, avec zèle, dévouement et bonheur. Quoique arrivé déjà à un âge où la plénitude des moyens de l'homme est d'ordinaire à son apogée, le besoin d'être plus utile encore que par le passé décida Guillery à entrer dans une carrière nouvelle et périlleuse, car elle pouvait effacer par l'insuccès les services rendus. Guillery, cependant, ne mesura pas le danger; il ne voulait du repos qu'après avoir accompli ce qu'il regardait comme de nou-

veaux devoirs. Il fit bien. Le succès qui accompagna son mérite, dans la voie où il avait eu le courage d'entrer, l'a placé parmi les bienfaiteurs de la province de Liége. Il n'était pas né dans cette contrée, mais elle l'avait adopté avec une bienveillance et des sympathies qui dans sa vie laborieuse ne lui ont pas fait défaut un seul jour.

La vie entière de Guillery fait son honneur, mais l'espace trop court qui a séparé son entrée dans le corps des ponts-et-chaussées de la mort fait sa gloire. Il a étudié, compris et régénéré la Meuse, et par son intelligente audace, sa tenacité, sa persévérance, il a doublé la fortune de la province de Liége. Cette gloire croîtra avec le temps : elle est impérissable comme ses nombreux travaux. En parcourant cette existence depuis le berceau jusqu'à la tombe, on retrouve à chaque pas l'homme de zèle, l'homme de talent. On découvre toujours de l'honneur et toujours des vertus.

Hippolyte Guillery, né à Versailles le 16 août 1793, n'avait que 2 ans lorsqu'il perdit son père, avocat, procureur syndic de la commune, homme fort estimé. Sa mère était fille d'un notaire. L'enfance d'Hippolyte se passa dans une liberté absolue. Son frère aîné partageait ses jeux : ils contractèrent une amitié que le temps ne fit qu'augmenter. La famille Guillery habitait à Grignon près Paris, une maison pittoresque qui avait appartenu à Marmontel. Le vaste jardin de cette belle habitation, ses eaux abondantes, une cour étendue, plantée de magnifiques tilleuls, ne pouvaient retenir les jeunes Guillery. Il leur fallait encore plus d'espace. Hippolyte surtout était affamé d'indépendance et de soleil. Toujours au village ou dans les champs, recherchant les campagnards laborieux, les connaissant tous par leurs noms, partageant leurs jeux, il cherchait à aider les moissonneurs, les bûcherons, les ouvriers de toute espèce, en se mêlant à leurs travaux. Ces exercices continuels raffermirent son tempérament d'abord faible et donnèrent à sa figure, d'une beauté remarquable, une expression mâle et énergique, mais à 8 ans

il ne savait pas lire : sa vieille grand'mère, qui avait servi d'institutrice à son frère et à sa sœur, n'avait pu parvenir à le retenir près d'elle quelques heures par jour.

Plus tard les frères Guillery furent envoyés à l'école près d'un vieillard qui habitait Thyais. Mais bientôt le maître renonça à se servir pour Hippolyte des méthodes ordinaires de lecture. Il composa des tableaux qu'il lui faisait copier et au bout de quelque temps Guillery sut à la fois lire et écrire. Ce respectable instituteur mourut. Les frères Guillery continuèrent leurs études chez le directeur d'une école secondaire dans le même village. Ils faisaient une demi lieue chaque jour pour se rendre à cette école. De grand matin en été, avant le jour en hiver, rentrant ordinairement à la nuit close, ils traversaient hardiment et sans autre escorte que deux chiens fidèles, un pays qui, à cette époque, était parcouru, disait-on, par des gens malfamés. Ces exercices contribuèrent à former le caractère d'Hippolyte dont le trait distinctif était de ne s'émouvoir, de ne s'effrayer de rien.

L'étude ne suffisait pas à l'imagination et au besoin de mouvement de Guillery. Il avait eu trois cousins dans la marine. L'un avait été tué en montant à l'abordage à Trafalgar; le second, prisonnier des Anglais, s'était échappé des pontons ; le troisième, lieutenant de vaisseau, commandait le brick le *Palinure*. Hippolyte partit le 16 septembre 1806 pour le rejoindre et à 13 ans s'engagea comme novice timonier.

Bientôt Guillery éprouva à Rochefort, l'ennui qui accablait à cette époque la marine française (1806-1807). Les navires pourrissaient dans le port. Les marins étaient réduits à l'inaction. Le *Palinure* et quelques bâtiments légers appareillaient le matin pour rentrer le soir. Guillery, pour tromper ses ennuis, se livra aux travaux intellectuels : il trouva à bord un officier, qui l'initia à l'étude des mathématiques pour laquelle son esprit judicieux était éminemment propre.

Cet officier s'appelait Deberge : nous le nommons parce

qu'il n'enseigna pas seulement les mathématiques à son jeune élève, mais il développa en lui, à un degré extraordinaire, les sentiments du véritable honneur, l'amour de l'humanité, le respect du devoir et de la discipline, et il fit entrer dans son cœur le germe de cette bienveillance que doit avoir tout chef pour ses subordonnés, tout maître pour ses élèves, tout homme pour ses semblables.

Les leçons de son maître ne purent vaincre le dégoût que lui inspira le service sans utilité qu'il faisait dans la marine: au mois de juillet 1807, Guillery qui avait alors 14 ans, revint dans sa famille à Paris. Il la trouva bien déchue de son ancienne opulence. La perte de son chef et la révolution l'avaient frappée; elle déclinait tous les jours. Il voulut lui être à charge le moins possible.

Les connaissances de Guillery en ce moment n'étaient pas nombreuses. Il parlait et écrivait la langue française assez correctement. Il connaissait les éléments des mathématiques et quelques applications de cette science à la navigation. Il joignait à cela beaucoup de mémoire et une bonne écriture. Ce léger bagage lui suffit cependant pour trouver chez un notaire à Paris, un petit emploi et un traitement de 12 francs par mois. Cet honnête praticien excitait Guillery au travail; il l'encourageait, l'aidait même dans ses études littéraires, lorsque les occupations du jeune copiste lui permettaient de s'y livrer ; bientôt les leçons de grec et de latin du notaire ne suffirent plus à Guillery, qui suivit avec assiduité plusieurs cours au collége de France. Sa journée était bien employée, et lorsqu'il rentrait le soir dans sa famille il travaillait encore avec une ardeur soutenue.

Pendant que Guillery menait cette vie laborieuse, il fit connaissance, par hasard, d'un homme qui occupait un petit emploi dans l'administration de l'école polytechnique, et que le travail fatiguait. Il lui proposa de remplir ses fonctions et de lui laisser le tiers du produit. Le traité fut conclu et voilà Guillery passant de l'étude d'un notaire au bureau de l'admi-

nistration de la célèbre école. Dans cette nouvelle position il conçut l'idée de se présenter au concours. Il suivit les cours de mathématiques au lycée Napoléon et fut admis à l'école polytechnique au mois d'octobre 1812.

A cette époque la France faisait de grands efforts pour fournir à ses besoins incessants de défenseurs. Guillery aurait pu, après un an d'étude, obtenir une sous-lieutenance dans l'artillerie, que six mois de séjour à l'école de Metz auraient changée en lieutenance; les antécédents prouvaient aussi qu'avant un an le brévet de capitaine remplaçait dans l'artillerie celui de lieutenant.... Cet avancement rapide ne séduisit pas Guillery. Il préféra acquérir des connaissances solides et complètes afin d'être apte à rendre dans toutes les circonstances les services que son pays pouvait réclamer de lui. Les événements contrarièrent d'abord ses intentions. Les études de l'école polytechnique furent interrompues, et les élèves appelés à prendre part à la défense de Paris. Guillery faisait partie des jeunes gens qui le 31 mars 1814, sous les ordres du lieutenant-colonel Evain, sortirent avec une batterie par la barrière du trône, et combattirent vaillamment. Après quelques heures de combat, une charge de hulans prussiens mit le désordre dans la batterie. Revenus de leur première surprise, les élèves reprirent leurs pièces : Guillery qui s'était distingué dans cette action, fut légèrement blessé à la main d'un coup de lance.

Après la bataille de Paris, l'école polytechnique dut s'éloigner pour suivre l'armée à Fontainebleau. Guillery profita de l'autorisation donnée aux élèves qui avaient leurs parents dans la capitale et rentra dans sa famille, où sa mère après l'avoir cherché vainement sur le champ de bataille, à la barrière du trône, le trouva le 1er avril au matin. La douleur, et la joie qu'elle avait successivement ressentie, déterminèrent une maladie dont elle mourut peu après.

A la restauration, les cours de l'école polytechnique furent repris. Guillery toujours désireux de s'instruire revint achever ses études, et fut classé dans l'artillerie. Il passa à l'école de

Metz plutôt pour céder aux instances de son frère que par vocation, car les événements et sa nature indépendante l'avaient dégoûté de la carrière des armes.

Guillery suivit à Metz ses études militaires avec indifférence, mais il s'occupait avec ardeur de littérature française et dévorait les *Moniteurs* de la révolution. Il entretint à cette époque des relations avec des hommes éminents, entre autres avec un M. de St.-Simon qui n'était pas l'auteur du système célèbre, mais qui s'occupait avec un grand talent d'économie politique. Ces relations n'étaient pas de nature à l'encourager à suivre la carrière dans laquelle il était entré, mais elles le poussèrent avec passion vers les études littéraires, tout en le faisant continuer avec régularité ses études militaires. Celles-ci terminées, il subit ses examens et passa lieutenant au régiment d'artillerie en garnison à Douai. Rendu à sa destination, Guillery que les exigences du service fatiguaient, parce qu'elles l'empêchaient de se livrer à ses études de prédilection, demandait très-fréquemment des permissions pour aller voir son frère aîné, qui s'était marié et avait établi à Bonsecours, près de Condé, un pensionnat très-renommé.

Le beau-père de M. Guillery aîné demeurait avec lui. Il avait une seconde fille, qui, demoiselle charmante, promettait d'être ce qu'elle a été, épouse et mère accomplies ; elle attirait vivement le jeune officier d'artillerie. A mesure que son attachement pour elle augmentait, les liens qui le retenaient dans l'artillerie lui paraissaient plus lourds, et lorsqu'il fut désigné pour servir dans une compagnie de pontonniers à Nantes, il ne put se résoudre à s'éloigner de celle qu'il aimait et donna sa démission le 3 septembre 1818.

Devenu maître absolu de son temps et indépendant autant qu'on peut l'être sans fortune et sans état, il n'osa pas demander celle à qui il n'avait à offrir que son cœur. C'était beaucoup pour elle, sans doute, mais pas assez pour obtenir le consentement du père. Sa confiance en son frère, son plus

ancien et son meilleur ami, le sauva. Celui-ci ayant observé que tout ce que Guillery avait appris, il le savait bien, prévit qu'il serait éminemment propre à l'enseignement. On lui procura une lettre d'introduction près de M. Dewez, inspecteur des colléges à Bruxelles, qui le reçut bien et lui promit de l'avertir dès qu'il y aurait une place vacante dans l'enseignement. Peu après, une chaire de sixième, à Tirlemont, fut mise au concours. Guillery partit à pied pour la disputer. En route sa chaussure le gênait; il la porta sur son épaule au bout d'un bâton. Le soir, à l'auberge, il fut l'objet des railleries de ceux de ses concurrents qui l'avaient rencontré. Mais il ne tarda pas à prendre sa revanche en l'emportant sur tous ceux que le concours avait attirés.

Ce succès ne fut pas plutôt obtenu qu'il revint à son projet et songea à se marier. Mais le conseil communal mit obstacle à son dessein. Quoique le gouvernement eût levé cette opposition, Guillery ne voulut plus rester à Tirlemont. Il se maria, et à la fin du mois de juin 1819, il obtint au concours la chaire de troisième et une chaire de mathématiques au collége de Nivelles.

Les années que Guillery passa à Nivelles comptent au nombre des plus heureuses de sa vie. Il commençait une carrière pour laquelle il avait une véritable vocation : il entrait en ménage. Son mariage rendait plus étroite l'amitié déjà si intime qui unissait les deux frères. Ils avaient épousé les deux sœurs. M. Guillery aîné avait passé du collége de Bonsecours au collége de Charleroy. Un échange régulier de visites s'établit entre eux. Ils se voyaient tous les huit jours. M. Alvin, beau-père des frères Guillery, fut nommé principal du collége de Nivelles. Les liens de la famille se resserrèrent encore. Tous les membres qui la composaient avaient contracté depuis longtemps l'habitude de se réunir aux grandes vacances. La fille aînée de M. Alvin avait épousé un professeur distingué de rhétorique qui, à cette époque, était à Cambrai. La distribution des prix aux colléges donnait le signal du

départ pour les rendez-vous de famille. Les réunions avaient lieu à Bonsecours, à Nivelles ou à Charleroi; plus tard à Liége. Les bâtiments d'un collége en vacances se prêtaient facilement à ce nombreux concours de parents et d'amis, et personne n'y manquait. Ceux qui composaient ces réunions y trouvaient un bonheur qu'ils n'ont jamais oublié. Hippolyte Guillery, par la douceur et l'amabilité de son caractère, par la bonté exquise de son cœur, par sa facilité à tourner les vers et par l'expression charmante qu'il mettait à chanter le couplet, était l'âme de ces fêtes.

Guillery composa à Nivelles deux mémoires, l'un sur Hemsterhuys, littérateur hollandais, l'autre sur le *moi* dans les plantes. Ces deux mémoires obtinrent des médailles d'argent, mais ce qui vaut mieux, ils acquirent à leur auteur l'amitié du commandeur de Nieuport, homme célèbre chez lequel la bonté égalait la science. C'est à cette amitié et à celle de M. Dewez que Guillery dut sa nomination de professeur de rhétorique au collége de Liége. Cette nomination eut lieu le 14 novembre 1825. Trois ans après il fut chargé de la direction du pensionnat. Guillery quitta Nivelles avec le plus grand regret, et il a toujours conservé pour cette ville une très-vive affection.

Dans les doubles fonctions de professeur et de principal du collége de Liége, l'homme de lettres se montra littérateur profond, logicien rigoureux, écrivain pur, élégant, homme de goût nourri de la lecture des anciens. L'administrateur, le directeur fit preuve d'une haute capacité. Il sut allier la fermeté à la bonté, et il fut à la fois le père et le maître des élèves.

Guillery renfermé dans l'intérieur de son collége, dévoué à ses devoirs dont il comprenait toute l'étendue, n'était pas cependant indifférent à ce qui se passait au dehors et aux grands événements qui se préparaient. Il voyait avec peine dominer dans les conseils du roi Guillaume certains hommes que repoussait l'opinion publique en Belgique. Il déplorait

des actes qui excitaient un mécontentement général et il s'exprimait à cet égard, dans l'intimité, de manière à ne laisser aucun doute sur ses sentiments.

En 1830, il resta spectateur paisible des événements. On ne saurait le lui reprocher. Un chef d'institution doit à ceux qui lui sont confiés, l'exemple de l'obéissance absolue aux lois en vigueur, quelles qu'elles soient. Il remplace les parents : or ceux-ci envoient leurs enfants au collége pour y recevoir de l'instruction et de bons principes. Un point important, c'est de pénétrer les jeunes gens de l'obligation pour eux de ne point se mêler de choses qu'ils ne connaissent pas et d'attendre, pour prendre part aux discussions et aux affaires politiques, la maturité d'âge et l'expérience nécessaires. Guillery aurait cru manquer à la confiance dont il était investi, s'il eût pris part aux événements. En agissant avec cette réserve, il prévoyait bien que sa conduite serait faussement interprétée, que ses opinions et sa manière de voir seraient méconnues, mais il devait en souffrir seul, tandis que la jeunesse qui lui était confiée aurait ressenti longtemps les effets du mauvais exemple qu'elle aurait reçu. Enfin, pour mettre Guillery à l'abri du plus léger reproche sur ce point, il suffit de rappeler qu'il demeurait en Belgique depuis 12 ans, que ses enfants y étaient nés, qu'il s'était consacré à l'éducation de jeunes Belges, que par caractère, Guillery ne pouvait s'occuper des gens sans les aimer, que par conséquent il était Belge par le cœur ; mais *il n'était pas né en Belgique*. Cette circonstance lui imposait l'obligation, quels que fussent d'ailleurs ses sentiments, de rester étranger aux discussions politiques et aux événements qui en furent la suite. On n'a que trop d'exemples de gens qui vont porter en pays étranger des opinions et des sentiments dictés bien plus par leur propre intérêt qu'inspirés par l'intérêt du pays dans lequel ils se trouvent, pour qu'on ne sache pas gré à l'homme qui a considéré comme un devoir absolu de s'abstenir pendant les grands événements qui ont changé la face de la Belgique. Toutefois, pour être vrai, il faut

ajouter que Guillery ne voyait qu'en tremblant les provinces belges se jeter dans les hasards d'une révolution complète. Il redoutait pour ce pays si beau, si riche, si industriel, les résultats de ces mouvements qui amènent des bouleversements bien plus souvent que d'utiles réformes : enfin, il craignait surtout de voir prendre à certain parti des influences qu'il regardait comme désastreuses.

Dès que la révolution fut accomplie, la chaire qu'occupait à l'université de Liége M. Van Rees, obligé de rentrer en Hollande, devint vacante. Elle fut offerte à Guillery qui la refusa. A la même époque on lui proposa d'entrer dans le corps des ponts-et-chaussées qu'on organisait en Belgique. Cette offre le séduisait : mais il craignait qu'en quittant le collége, cet établissement ne passât bientôt dans des mains qu'il redoutait autant dans l'intérêt de l'avenir de cet établissement que de celui de la jeunesse qu'il renfermait. Faisant entière abnégation de lui-même, il refusa pour obéir à sa conscience. Resté à la tête de la jeunesse qui lui était confiée, il eut à soutenir une lutte opiniâtre contre le parti puissant qui prétendait alors à la direction absolue du collége. Dans cette lutte prolongée, Guillery fit preuve de cette fermeté, de cette convenance, de ce tact qu'il possédait à un si haut degré; il sut résister aux prétentions et aux empiètements de quelque côté qu'ils vinssent. Cette résistance ne fut peut-être pas étrangère aux obstacles insurmontables que rencontra sa nomination à l'université de Liége, en 1835 et 1837, malgré l'appui de trois ministres, ses amis.

Les occupations du professeur de rhétorique et la direction du pensionnat ne suffisaient pas au besoin d'activité et de travail de Guillery : il s'occupait seul de l'instruction, de l'éducation de ses trois fils, et composa pour eux un cours complet de mathématiques imprimé en 1838. On reconnaît dans cet ouvrage que le principal objet de l'auteur a été d'aplanir, de faire disparaître les difficultés que rencontrent les jeunes gens qui se livrent à l'étude des mathématiques,

d'ôter à cette étude la sécheresse qui décourage souvent les jeunes adeptes de cette science.

Le conseil communal de la ville de Liége voulut s'occuper sérieusement en 1834 de l'instruction primaire. Il nomma Guillery inspecteur général des écoles du jeune âge de la ville. Pour remplir la mission qu'on lui avait confiée, il organisa cet enseignement, donna aux écoles en activité les développements qu'elles comportaient, et en fit créer de nouvelles. Guillery faisait aussi partie de la commission de surveillance de l'école industrielle. Depuis plusieurs années il était secrétaire de la société d'encouragement pour l'enseignement élémentaire. La part qu'a prise Guillery aux travaux de cette société, nous oblige à dire qu'il n'est rien resté des violentes attaques dont ils furent l'objet dans le *Courrier de la Meuse*. Les accusations d'athéisme, d'immoralité furent repoussées par le curé de Glons, aujourd'hui vicaire-général du diocèse de Liége. Ce respectable ecclésiastique, obéissant à des ordres supérieurs, cessa de faire partie de la société, mais il adressa au secrétaire une lettre que le journal de la province de Liége publia pour faire tomber les calomnies répandues, avec autant de malveillance que d'injustice, contre une société pénétrée des plus utiles, des meilleures intentions, et qui rendait à une classe très-nombreuse et très-intéressante de la ville de Liége des services dont elle se ressent toujours.

Pendant que Guillery était encore à Nivelles, il avait consacré ses loisirs à des travaux d'ingénieur. La formation d'un projet de canal de Charleroi à Bruxelles l'occupa beaucoup. Le tracé de ce canal passait par Nivelles : il fut soumis au roi Guillaume avec celui de M. Vifquain, mais il ne fut pas préféré. Cependant le tracé était plus direct et n'obligeait pas à des travaux d'art aussi considérables que celui du projet mis à exécution. Ces projets et d'autres études encore avaient préparé Guillery au service dans les ponts-et-chaussées, et lorsqu'en 1830 la faculté d'entrer dans ce corps lui fut offerte, il se dé-

cida enfin à passer dans une carrière qui devait fournir plus d'aliment au besoin d'activité de corps et d'esprit qui le possédait. Le 10 août 1839, il fut nommé ingénieur de 2e classe. C'est de ce moment qu'il est intéressant de le suivre dans ses travaux.

Un arrêté du 17 décembre 1819 avait confié l'administration de la Meuse aux trois provinces que ce fleuve traverse. Les résultats de cette mesure étaient déplorables. Les travaux d'entretien étaient presque nuls. Les propriétaires riverains mettant à profit l'abandon dans lequel le fleuve était laissé, se livraient à des empiétements qui contrariaient le cours de l'eau. Le chemin de halage avait disparu sur plusieurs points ou était obstrué par des plantations. Dans les parties où il avait été conservé, des constructions ou des dépôts de matériaux divers gênaient le passage. Les usiniers jetaient sans précaution dans la rivière, les scories, les déchets de carrière et tous les débris provenant de leurs exploitations. Cet état de choses, si funeste à la navigation, empêchait de retirer de la rivière les services qu'elle pouvait rendre, et décida le ministre des travaux publics à faire reprendre la Meuse par l'État. Cette reprise devait avoir lieu à partir du 1er janvier 1840, mais M. Nothomb qui l'avait décidée, voulut qu'elle fût précédée d'une étude générale du fleuve, et l'ingénieur Guillery, à qui le ministre avait toujours montré autant de confiance que de bienveillance, fut chargé de ce travail par un arrêté du 11 août 1839.

Guillery se livra à cette étude avec le zèle et l'ardeur qu'il mettait à tout ce qu'il faisait, et le 23 décembre suivant il adressa un rapport au ministre des travaux publics. Ce travail remarquable contenait une description du fleuve tel qu'il était et tel qu'il avait été, et indiquait les difficultés de la navigation. Il rapportait les règlements antérieurs sur les péages, sur le batelage, sur le mouvement des transports. Quelques indications sur les travaux d'amélioration terminaient ce mémoire qu'accompagnaient de nombreux docu-

ments historiques. En examinant cet intéressant rapport, on a de la peine à concevoir comment quatre mois aient suffi à des études aussi approfondies et à de si nombreuses recherches. Ce premier travail de l'ingénieur fit comprendre tout ce qu'on pouvait attendre de son zèle, de son intelligence, et lui assigna une place distinguée dans le corps qui l'avait récemment admis.

Guillery, loin de s'arrêter, crut que sa tâche était à peine commencée; il se livra à de nouvelles études afin d'indiquer avec une entière connaissance de cause les travaux à exécuter pour améliorer la navigation de la Meuse. Dans un second rapport daté du 28 juin 1840, il discuta les travaux que comportent le régime de ce fleuve et les besoins du commerce. Il proposa, à titre d'essai, la construction d'un chenal ou passe artificielle. Il demanda l'établissement d'une bonne police sur le fleuve et, pour l'assurer, il réclama l'exécution rigoureuse d'une vieille ordonnance de 1669. Ces mesures étaient urgentes, car après les avoir sollicitées, Guillery termine ainsi son mémoire : « L'exécution rigoureuse de cette « ordonnance serait déjà une amélioration sensible à l'état « actuel de la navigation. Il semble, en effet, que chaque « riverain regarde la Meuse comme une chose lui appartenant en propre, qu'il puisse en user et en abuser à son « gré; et il la modifie, la contourne, la resserre, ou l'élargit, « selon ses caprices ou sa convenance. »

La proposition d'un chenal d'essai rencontra de l'opposition dans le conseil des ponts-et-chaussées. Cette opposition était basée sur l'incertitude des résultats, sur la longueur, sans antécédent, de cette passe qui devait avoir plus de 2,000 mètres de longueur, lorsque les plus grands travaux de cette espèce n'avaient que 8 ou 900 mètres. D'autres objections furent élevées, et cette affaire resta en suspens jusqu'au mois de septembre. De plus longs retards auraient forcé d'attendre le printemps suivant. C'est alors que Guillery eut accès auprès de M. Rogier, ministre des travaux publics à

cette époque. « J'ai confiance en vous, lui dit le ministre, me « répondez-vous du succès? Songez qu'un grave intérêt « public ainsi que votre réputation d'ingénieur sont enga-« gés dans cette affaire. » L'ingénieur n'hésita point; un arrêté du 1er octobre 1840 décida l'exécution d'une passe artificielle à Chokier, et on mit la main à l'œuvre immédiatement. Le temps prouvera que par sa résolution, par la connaissance qu'il a des hommes, M. Rogier dans cette circonstance prit une mesure des plus favorables à la navigation de la Meuse. S'il fût resté indécis, s'il n'eût pas reconnu que Guillery méritait une grande confiance, l'administration se serait traînée longtemps encore dans une voie sans issue, ou aurait tenté des travaux très-coûteux.

Pendant qu'on exécutait les travaux à Chokier, Guillery poursuivait l'étude des passes artificielles. La comparaison qu'il avait faite du régime de la Meuse au régime d'autres rivières, l'examen des travaux exécutés sur la Meuse française avait fixé son opinion. L'emploi des passes artificielles lui paraissait avoir plusieurs avantages dont le moindre n'était pas d'être peu dispendieux en comparaison de tous les autres moyens préconisés. Dans ses excursions sur la Meuse française, Guillery eut de fréquents entretiens avec l'ingénieur en chef de cette rivière, M. Thirion, au talent et à l'expérience duquel il rendait hommage. Ils s'occupèrent ensemble des travaux propres à favoriser la navigation et surtout, des passes artificielles. M. Thirion n'était pas partisan de l'emploi exclusif de ce système. Dans la partie de la Meuse dépendant du service qui lui était confié, les passes artificielles avaient parfaitement réussi sur plusieurs points. Elles s'entretenaient elles-mêmes; elles conservaient toujours la hauteur d'eau nécessaire et un courant convenable : sur d'autres points au contraire des atterrissements considérables, au milieu de ces passes, arrêtaient la navigation et obligeaient à des travaux coûteux qu'il fallait souvent refaire. Guillery chercha la cause de cette différence qui avait échappé jusqu'alors aux observations. Il la

reconnut et en déduisit le principe qui doit présider à l'établissement de ces espèces de travaux : ce principe est fort simple comme la plupart des choses grandes. « *La direction* « *des passes artificielles doit toujours être celle du courant des* « *hautes eaux.* » Cette condition remplie, le courant, loin d'endommager les digues, les consolide ; la rivière creuse elle-même son lit dans ces passages rétrécis. Le temps a déjà pris le soin de constater l'exactitude de ce principe et il revient à Guillery le grand honneur de l'avoir établi.

L'importante question des passes navigables ayant donc été étudiée à fond par l'ingénieur de la Meuse, celui-ci soumit au ministre des travaux publics, le 10 décembre 1840, un projet d'amélioration de la rivière dont ces passes étaient la base. Un aperçu de la dépense suivait ce mémoire qui finissait par la comparaison de celle qu'occasionneraient les barrages éclusés en usage sur la Sambre.

C'est alors que se manifesta la plus vive opposition dans le conseil des ponts-et-chaussées, au sein duquel un des inspecteurs de ce service, M. Vifquain, défendait chaudement et voulait faire prévaloir les barrages éclusés. Guillery soutenu par ses seules convictions, résultat d'études consciencieuses, n'avait encore comme ingénieur aucun antécédent à opposer à la réputation de son adversaire. Dans un ouvrage de cet inspecteur, rédigé par ordre du département des travaux publics et intitulé : *Des voies navigables en Belgique*, imprimé en 1843, on trouve les diverses objections contre le système des passes artificielles. Guillery avait répondu par un traité spécial : *Des passes navigables et de leur application à l'amélioration de la Meuse*. Aucune des objections de M. Vifquain n'est passée sous silence dans ce mémoire. Guillery les discute toutes avec une convenance, une abondance d'arguments et de faits, une autorité remarquable, et l'expérience a sanctionné son opinion. Ce travail porte la date du 20 février 1843. Des influences puissantes en retardèrent la publication jusqu'en 1845. Elle eut lieu à cette époque dans le 3e volume des *Annales des travaux publics*.

Cependant les travaux commencés à Chokier s'exécutaient et réussissaient aussi bien que Guillery avait pu l'espérer. Un courant rapide, dangereux pour la navigation, s'était ralenti : les bateaux montaient et descendaient facilement en un point reconnu comme un des plus difficiles de tous le cours du fleuve.

Malheureusement, et l'exemple le prouve tous les jours, les idées nouvelles, lorsqu'elles sont simples, ne se font jour que difficilement. Les bateliers s'opposaient à la continuation des travaux de Chokier. Les hommes expérimentés dans la conduite des bateaux sur la Meuse voyaient avec inquiétude des améliorations qui rendaient leur expérience moins nécessaire ; les moins habiles se plaignaient du rétrécissement du chenal. Cependant il avait 30 mètres de largeur ; un bateau à vapeur y passait aisément entre deux bateaux de commerce. D'autres disaient que les digues ne pourraient pas tenir, que des attérissements étaient inévitables, qu'on ferait mieux de dépenser l'argent à retirer des pierres de la rivière qu'à en jeter de nouvelles, etc, etc, etc.

Cette opposition des bateliers n'était pas de nature à faire cesser les hésitations et les incertitudes sur le système à préférer, et quoique les résultats obtenus à Chokier fussent bien faciles à constater, ils étaient niés avec une assurance qui retardait d'autres améliorations.

Toutefois, il faut dire que si les encouragements qu'il devait le plus désirer manquaient à Guillery dans les travaux pénibles qu'il avait entrepris, il en reçut qui l'affermirent dans la voie qu'il avait prise. M. Brière, inspecteur des ponts-et-chaussées en France, vint visiter les travaux de Chokier au mois de septembre 1843 ; ils n'étaient pas entièrement achevés, mais cet ingénieur les jugea de la manière la plus favorable. Il fut convaincu que la passe durerait autant que la Meuse ; qu'elle donnerait en tout temps une profondeur suffisante d'eau. Il qualifia d'admirable l'ensemble des travaux, et ce qui rendait précieux les éloges de M. de Brière,

c'est qu'ils répondaient justement aux critiques incessantes dont les travaux de Guillery étaient l'objet.

L'insistance de Guillery, appuyée sur des faits récents, sur des recherches nouvelles, avait obtenu du conseil des ponts-et-chaussées, toujours à titre d'essai, l'exécution de plusieurs autres passes artificielles qui étaient alors en voie d'exécution.

Malgré les discussions continuelles qu'entraînait la question d'amélioration de la Meuse ; malgré les soins que réclamait l'exécution des travaux autorisés, l'activité de Guillery se portait sur d'autres parties du service.

L'état d'abandon de la Meuse pendant un grand nombre d'années, avait laissé tomber en désuétude les lois et les règlements protecteurs de la navigation. Il y avait nécessité de revoir et de refondre toutes les dispositions réglementaires relatives à ce fleuve, et l'arrêté royal du 3 novembre 1841 fut rendu.

Le règlement relatif à la police et à la navigation publié, il fallait le faire exécuter. Dès lors Guillery commença à rencontrer les difficultés les plus sérieuses, des résistances opiniâtres, des oppositions violentes.

De nombreux obstacles devaient se présenter pour la mise en vigueur de dispositions, les unes nouvelles, les autres tombées en désuétude par l'incurie des administrations précédentes. Les bateliers peu habitués à se soumettre à des règles déterminées résistaient même aux mesures prises dans leur intérêt. Mais l'opposition la plus vive vint des propriétaires riverains relativement à la servitude du chemin de halage. Quelques-uns d'entre eux, puissants par leur fortune, allaient jusqu'à contester au gouvernement le droit de réclamer l'usage de cette servitude, soutenaient chaudement leurs prétentions, et résistaient aux avertissements que Guillery leur fit donner pendant deux ans. Ce n'est qu'après avoir épuisé tous les moyens de persuasion qu'il eut recours à la rigueur. Il fit abattre les arbres et arracher les haies qui

nuisaient à la navigation. Le chemin de halage fut rétabli dans tout son cours. La fermeté de l'ingénieur souleva les plus vives réclamations. Des attaques contre l'administration de la Meuse, parurent dans la presse : elles retentirent même jusqu'au sein des chambres législatives. Le gouvernement était obsédé des plaintes de ces riverains qui demandaient le changement du chef de service de la Meuse. La position de Guillery était des plus pénibles. Pour les travaux qu'il exécutait, il ne trouvait aucun appui moral dans le corps auquel il appartenait : pour les mesures de rigueur, pour l'établissement du règlement, les autorités ne lui prêtaient pas toujours le concours que son zèle et ses intentions devaient lui assurer. Cependant les chambres reconnaissant qu'il ne peut y avoir de navigation en rivière sans chemin de halage ne donnèrent aucune suite à des réclamations dont elles comprenaient le mobile. Au sénat, M. De Bavay, ministre des travaux publics, répondit à ceux qui réclamaient le renvoi de l'ingénieur intraitable, que le gouvernement trouvait trop rarement des fonctionnaires accomplissant leurs devoirs jusqu'au point de s'attirer des inimitiés personnelles, pour écarter ceux qu'il avait rencontrés.

Guillery poursuivit la tâche qu'il avait acceptée, avec une persévérance remarquable. Il déploya dans cette circonstance un véritable courage civique. Combien il lui eût été facile de se faire des amis puissants par certaines concessions ! Mais il ne transigea jamais, il exigea tout ce que sa conscience lui dit d'exiger, et marcha d'un pas ferme dans la ligne de ses devoirs. C'était là un point saillant de son caractère.

La voie de rigueur dans laquelle Guillery fut obligé d'entrer suscita à l'administration de nombreux procès qui furent portés devant tous les degrés de juridiction du pays. Plusieurs actions furent intentées personnellement à l'ingénieur de la Meuse, et ce n'est que depuis 1846 que les droits de l'État ont été définitivement reconnus et que les riverains se sont soumis.

Nous avons dit que Guillery avait obtenu la construction de plusieurs passes artificielles. Il restait, près de Huy, un point considéré comme le plus difficile et le plus dangereux du cours du fleuve. Un nouvel essai fut jugé nécessaire en ce point : il fut décidé le 13 décembre 1845.

Les divers travaux commencés ont été achevés en 1848. Dans un dernier mémoire daté du 15 janvier 1849, Guillery a présenté de nouvelles observations sur les travaux terminés, sur l'amélioration de la Meuse en général et sur l'intéressante question de la dérivation de ce fleuve à Liége. Ce savant mémoire, très-abondant en recherches, en documents historiques, révèle les profondes études de l'ingénieur; c'est celui dans lequel Guillery a développé au plus haut degré les qualités et le mérite qui le distinguaient. L'ingénieur dit là son dernier mot sur le fleuve auquel il avait consacré tant de veilles et de travaux. Il termine par ce vers touchant qu'il adresse à la nymphe du fleuve, et qui fut une véritable prophétie :

Extremum hunc, Arethusa, mihi concede laborem.

Sans doute ce mémoire et surtout les résultats de l'expérience mettront fin à l'opposition qu'a rencontrée le meilleur moyen de rendre la Meuse navigable en tout temps. Il y a déjà plus d'un an que les bateliers, appréciant les avantages que procure ce moyen, ont joint leurs pétitions à celles des conseils provinciaux pour demander la continuation du système commencé. L'adoption définitive des passes artificielles est donc certaine : elle doublera les services que le fleuve peut rendre et elle assurera à Guillery, qui l'a provoquée et poursuivie avec tant de persévérance, une gloire immortelle.

Afin de ne pas interrompre la série des faits relatifs aux travaux de l'ingénieur de la Meuse, quelques incidents qui ne sont pas sans intérêt dans sa vie, n'ont pas été mentionnés. Il faut donc revenir sur nos pas.

Guillery avait été naturalisé en 1840. En 1845, les études, les recherches et les travaux les plus importants sur la

Meuse avaient été faits. Le zèle et l'activité de Guillery, auxquels chacun rendait justice furent reconnus par sa nomination d'ingénieur en chef de 2ᵉ classe, qui eut lieu le 4 août. Quelques mois après il fut envoyé à Bruxelles en qualité de membre et de secrétaire du conseil des ponts-et-chaussées, tout en conservant la direction des travaux sur la Meuse. Depuis longtemps on avait eu le projet d'appeler Guillery à ce conseil, où sa capacité devait le rendre très-utile, et sa nomination eut lieu par la volonté de M. d'Hoffschmidt, ministre des travaux publics, au moment où on s'y attendait le moins. La commission des *Annales des travaux publics* l'avait choisi depuis longtemps pour secrétaire : il remplaça le major Pallot.

Pendant plusieurs années Guillery put suffire à tous les devoirs des diverses positions qu'il occupait. Peu d'hommes seraient capables de faire autant de travail en aussi peu de temps. Il avait conservé l'habitude prise dans son enfance de se lever de très-grand matin en toute saison. Il consacrait la première partie de la journée à ses rapports et à son travail courant, de manière que rien chez lui ne restait en arrière.

En 1846, il fut nommé chevalier de l'ordre Léopold. Cette distinction lui fit d'autant plus de plaisir qu'il ne s'y attendait pas, tant était grande sa modestie.

Les réductions qu'eurent à souffrir toutes les administrations dans les départements ministériels amenèrent un changement très-important dans la position de Guillery. Le ministre des travaux publics fut obligé de déplacer le personnel des ponts-et-chaussées pour en tirer le meilleur parti possible ; au mois de juillet 1848, Guillery fut nommé ingénieur en chef de la province de Liége et du service de la Meuse. Il dut quitter les doubles fonctions de secrétaire qu'il remplissait.

Lorsque Guillery avait été appelé au conseil des ponts-et-chaussées à Bruxelles, il s'était éloigné avec le plus grand regret de la ville de Liége dans laquelle il avait trouvé tant de

bienveillance, de sympathie et d'affection. C'est dire qu'il rentra dans cette ville avec bonheur. Son retour fut pour lui la source d'une foule de jouissances qui le rendirent insensible à la réduction considérable qu'avait subie son traitement. A peine fut-il installé dans ses nouvelles fonctions que la ville de Liége lui demanda de faire partie de la commission de surveillance du collége. La société libre d'émulation dont il avait été membre pendant 25 ans, le choisit pour son secrétaire général. Ses amis, ses connaissances, le reçurent avec un plaisir, une joie dont il fut profondément touché, et qu'il partagea bien vivement.

Il se croyait arrivé au moment où il pourrait vieillir tranquille et rendre d'utiles services. Ses travaux étaient généralement appréciés, et pour lui qui avait passé les plus belles années de sa vie dans des débats opiniâtres, n'avoir plus à lutter, c'était n'avoir plus rien à faire. Son temps était à ses devoirs ; ses loisirs à ses amis, à des recherches, à la rédaction de mémoires. Il était satisfait de sa position, heureux de l'affection de tout ce qui l'entourait : il voyait ses fils dans une bonne voie, réalisant déjà les belles espérances qu'ils avaient données dès leur enfance. Il avait organisé son service dans la province de la manière la plus heureuse. Il s'était établi dans une riante habitation, simple et commode, sur les bords de la Meuse, de ce fleuve rebelle qui l'avait tant occupé, et qui avait été pour lui la source de tant d'inquiétudes, de discussions, d'attaques, de craintes et d'espérances ; il pouvait croire enfin qu'il était au bout de toutes ses épreuves, que l'heure était arrivée d'écrire au seuil de sa maison l'*inveni portum* de Pétrarque, et de dire enfin à la fortune lassée : « Tu ne me tourmenteras plus. »

Mais Dieu ne le voulut pas. Cette vie si pleine et si noble devait finir sans même qu'il pût dire un adieu rapide à tout ce qui l'attachait à la terre. Quelques minutes suffirent pour anéantir toutes ses douces pensées de bonheur et d'avenir et pour plonger dans un deuil sans fin une famille si

bien faite pour le bonheur modeste. Au bout de quelques fatales secondes, Guillery n'était plus. Le chêne avait attiré la foudre.

Le 22 mars Guillery se réveilla comme à l'ordinaire, ne se ressentant pas plus de quelques douleurs au cœur dont il s'était plaint récemment, que d'une indisposition qui l'avait empêché pendant plusieurs jours de vaquer à ses affaires. Il se livra à ses travaux habituels et après avoir dîné, il fit avec sa femme et sa fille, qu'il ne quittait presque jamais, une promenade au jardin botanique. Le temps froid et humide l'avait ramené de bonne heure au logis. Guillery, en rentrant, trouva une lettre d'un représentant de Namur, qui lui demandait quelques renseignements sur la Meuse. Il n'avait besoin ni de notes, ni de préparation pour répondre à toutes les questions qu'on pouvait lui faire sur un sujet qu'il avait si consciencieusement étudié. Il répondit à l'instant à la lettre qu'il avait reçue. Cette réponse qui a quatre pages est à la fois un modèle de clarté et de style. Après l'avoir terminée, la pendule marquait six heures $^{1}/_{4}$: il se leva et appuya sa tête sur l'épaule de sa femme qui venait d'entrer et s'était arrêtée près de lui. Comme elle exprimait de l'inquiétude de le voir dans cette position, il lui dit : *laisse-moi, je suis si bien près de toi*. Deux secondes après il avait cessé de vivre !

La mort de Guillery fut un coup terrible pour sa famille. Il laissait une veuve au désespoir, quatre enfants, trois fils et une fille, qui tous étaient arrivés à cet âge où les conseils de l'expérience paternelle sont plus que jamais nécessaires, et toute cette famille éplorée restait sans appui et sans fortune, car Guillery avait toujours été l'intégrité même. Il poussait la délicatesse jusqu'à l'exagération. Ses scrupules lui ont toujours fait sacrifier ses propres intérêts, ses intérêts de famille, aux exigences de sa position. Il avait une loyauté à toute épreuve : son devoir était son évangile et il ne mettait rien au-dessus de l'approbation de sa conscience.

C'est parce que de nos jours cette sorte d'hommes est trop

peu nombreuse que nous avons à la fois une si haute estime pour le caractère, et une si juste admiration pour le talent de Guillery. Au milieu des pénibles luttes de l'ingénieur, qui souvent avaient été jusqu'à prendre l'homme lui-même corps à corps, Guillery était resté inébranlable devant la menace comme devant la corruption. Il en fut récompensé, car dans les provinces de Liége et de Namur, on avait fini par comprendre la valeur de l'homme de génie qui était le second créateur de la Meuse, et du fonctionnaire énergique qui savait pousser jusqu'à l'héroïsme la résistance aux abus, aux injustices. Il appartient à bien peu d'hommes de ne point se laisser ébranler par les clameurs coalisées de toutes les forces industrielles d'une province. Il faut une fermeté hors ligne, une conscience exceptionnelle de la bonté de sa cause, pour former une barrière aussi invincible au cours des intérêts blessés. Guillery possédait toutes ces rares et éminentes qualités, et Liége le savait si bien que la mort de l'ingénieur de la Meuse fut un jour de deuil pour la ville entière. Ses funérailles furent tristes et imposantes. La foule affligée les suivit, morne et silencieuse, pendant la longue distance qui séparait le cimetière de la maison mortuaire. Dans le cortége on remarquait aveci ntérêt les jeunes élèves de l'Athénée qui venaient, en leur nom et au nom de leurs prédécesseurs, payer un tribut de reconnaissance pour le bien que Guillery avait fait à l'établissement qui conserve encore les traditions et l'impulsion qu'il lui avait données. Des délégués du conseil communal, du corps des ponts-et-chaussées, du collége, de la société d'Émulation, un ancien camarade de l'école polytechnique qui accourut de Bruxelles pour assister à la douloureuse cérémonie, tous rendirent sur la tombe qui allait se fermer, un juste et solennel hommage aux grandes qualités, aux vertus de celui dont la Providence avait arrêté les jours d'une manière si inattendue, à un âge où il aurait pu rendre encore tant de services.

Mais un fait touchant et le plus caractéristique de cette cé-

rémonie, ce fut l'hommage rendu au défunt par les bateliers de la Meuse. Ils avaient causé de bien vifs chagrins à l'illustre ingénieur qui a tant amélioré la navigation du fleuve. Ils avaient fait, sans savoir pourquoi, et cédant sans doute à des instigations intéressées, une rude opposition à ses vues et aux travaux qui en avaient été les conséquences. Mais avec cette justice populaire qui finit toujours par découvrir la vérité, ils avaient enfin compris tout le bien que voulait leur faire, que leur avait fait le fonctionnaire que M. Rogier avait deviné et dont le mérite a été justifié par le temps et par le succès. Aussi les bateaux de la Meuse avaient-ils arboré le pavillon noir. Récompense tardive, mais legs précieux pour sa famille, pour ses fils surtout qui doivent voir dans ces honneurs comment le peuple sait rendre hommage à ceux qui lui ont fait un bien réel, un bien impérissable.

Nous nous résumons. Guillery doit être considéré sous deux points de vue : comme ingénieur, comme homme privé. Sous quelque face qu'on l'examine, on distingue en lui les qualités les plus essentielles.

L'ingénieur a laissé des mémoires qui donnent une haute idée de son intelligence, de sa capacité à étudier une question, de son ardeur à rassembler, dans l'ordre le plus parfait, tous les documents nécessaires pour arriver à la solution (1). Travailleur opiniâtre, jamais il ne croyait avoir assez fait ; aussi ses mémoires sont-ils de véritables modèles dans l'ensemble comme dans les détails.

(1) Les mémoires connus de l'ingénieur Guillery sont :

La Meuse. — Études faites par ordre du gouvernement belge.

1re partie. — Rapport du 23 décembre 1839. Bruxelles, Ve H. Remy, imprimeur du roi, rue Notre-Dame-aux-Neiges ; mars 1840.
2e id. id. 28 juin 1840. Brux., id ; décembre 1840.
3e id. id. 10 décemb. 1840. Brux, id.
4e id. id. 30 octobre 1841 Brux, id. ; février 1842.
5e id. id 5 novembre 1842. Brux., Ém. Devroye et Ce, imprimeur du roi, successeur de Ve H. Remy, rue de Louvain, 1843.

Annales des trav. publ. 2e vol. 1844. — Détermination de l'étiage de la Meuse. Jemeppe, 20 novembre 1843.

Quant à l'homme privé, à l'ami, au père de famille, qui, plus que Guillery, aima à obliger et oublia plus facilement les services qu'il avait rendus? Quel cœur plus chaud, plus tendre, plus généreux? Quel père s'est jamais concentré plus que lui dans sa famille et s'est occupé plus assidûment de ses enfants, les a mieux préparés, autant par les exemples que par les préceptes, à devenir d'excellents citoyens? Il avait été justement apprécié, et lorsque l'événement funeste fut connu, des marques de la plus touchante sympathie arrivèrent de tous côtés à sa famille; il en est une qui mérite une mention particulière. Après sa mort, la ville de Liége, se souvenant de ses services, a voulu donner un grand témoignage de l'estime et de l'attachement qu'elle avait pour lui. Par une décision unanime et spontanée, elle

Ann. des trav. publ.	3e vol. 1845.	— Des passes navigables et de leur application à l'amélioration de la Meuse, Jemeppe, 14 décembre 1843.
Id.	id	Fret sur la Meuse et sur ses affluents. Jemeppe, 3 janvier 1844.
Id.	4e vol. 1846.	Vallée de la Meuse. Voies et communications, etc. Jemeppe, 15 mars 1844.
Id.	id.	Variations diurnes de la Meuse et de l'Ourthe. Jemeppe, 8 janvier 1845.
Id.	id.	Mouvement des voyageurs et des marchandises. Jemeppe, 25 janvier 1845.
Id.	5e vol. 1847.	L'Ourthe. Jemeppe, 18 octobre 1843.
Id.	id.	Amélioration de la Meuse de l'amont à l'aval de Liége. Jemeppe, 31 mars 1844
Id.	6e vol. 1847.	Variations diurnes de la Meuse et de l'Ourthe. Bruxelles, 15 janvier 1846.
Id	id.	Mouvement des voyageurs et des marchandises sur la Meuse. Bruxelles, 20 janvier 1847.
Id.	id.	Servitude du halage et du marche-pied. Bruxelles, 10 novembre 1845.
Id.	7e vol. 1848	Variations diurnes de la Meuse et de l'Ourthe. Bruxelles, 15 janvier 1848
Id.	id.	Mouvement des voyageurs et des marchandises sur la Meuse Bruxelles, 17 janvier 1848.

A paraître dans le 9e volume des Annales en 1850. — De l'amélioration de la Meuse. Liége, 15 janvier 1849.

Plusieurs opuscules de littérature; entr'autres : *Du vrai dans les Beaux-Arts, et de leur principe.*

a voté une pension à sa veuve. Ce fait dit tout : il honore, au plus haut degré, le conseil, organe de la ville, et le citoyen, objet de cette récompense civique. Il termine enfin par le trait le plus vif, l'éloge de l'homme vertueux qui ne mourra pas dans le souvenir de ceux qui l'ont connu et dont le nom, que ses travaux illustreront en vieillissant, sera toujours conservé avec respect sur les bords de la Meuse.

NOTE

DE M. A. DE VAUX, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES,

SUR UN VENTILATEUR

BREVETÉ EN FAVEUR DE M. STRUVE.

Dans un article inséré au *Mining-Journal*, du 20 mars 1849, M. J. Richardson, ingénieur civil rend compte de l'application qui a été faite au charbonnage d'Eaglesbusch près de Neath (Angleterre), d'un système de ventilateur breveté le 11 mars 1846 en faveur du sieur Struve, qui a également obtenu le 5 juin suivant un brevet d'importation en Belgique.

Cet article est reproduit dans le bulletin du Musée de l'industrie, 2me livraison, année 1849.

Il en résulte que le succès de l'appareil en question a été complet, puisque de l'aveu des sieurs Penrose et Evans propriétaires du dit charbonnage, leur houillère qui était jusque-là une des plus dangereuses est aujourd'hui une des plus sûres du district.

Il n'est pas sans intérêt d'enregistrer ce résultat, et nous nous empresserions d'y joindre une description détaillée de l'appareil, si déjà ce système n'avait été décrit et discuté dans les *Annales des travaux publics* de Belgique, tome III, pages 361 à 448, dans un mémoire remarquable de M. L. Trasenster, aujourd'hui ingénieur et professeur d'exploitation à l'école des mines de Liége.

Il ne s'agit, en effet, que du ventilateur à cloches plongeantes, le même qui fonctionne depuis huit ans à la houillère de Marihaye à Seraing, province de Liége, où il fut établi sur les idées émises et d'après les principes professés par nous depuis 1836, jusqu'en 1844, à l'école spéciale des mines de Liége.

Nous nous bornerions donc à renvoyer le lecteur au tome III

des Annales, si ce n'était le cas de signaler ici un perfectionnement notable dont ce système est susceptible.

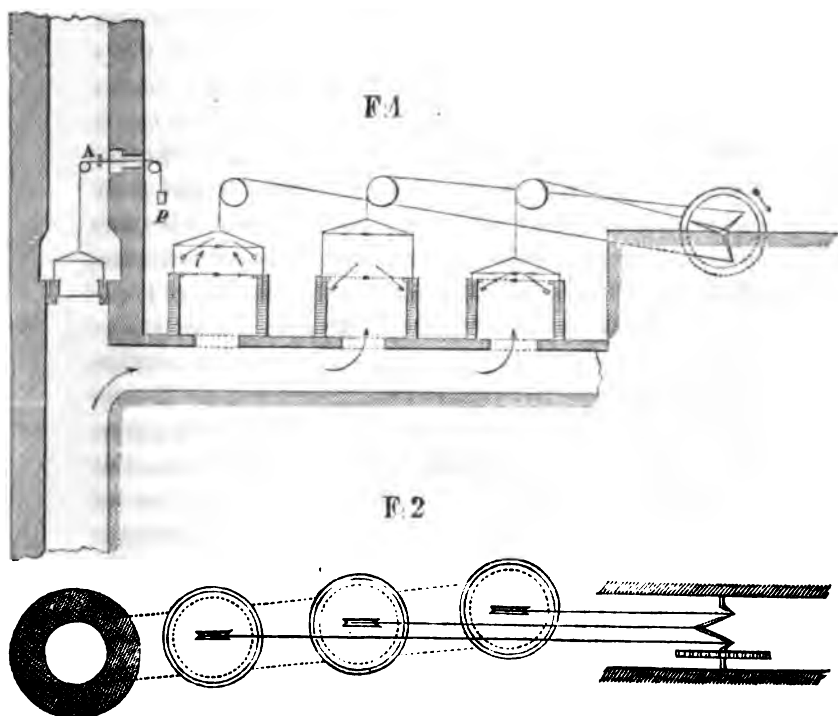
Cet appareil a, comme tous les ventilateurs à piston, l'inconvénient grave de produire une aspiration discontinue et saccadée, d'où résultent : 1° une perte sensible de force vive dans les intervalles des diverses aspirations ; et 2° l'obligation de fermer la cheminée d'aérage par une cloison fixe qui exige un temps assez long pour être enlevée lorsque, par un dérangement quelconque dans le mécanisme, la ventilation artificielle vient à faire défaut.

Il est facile de se rendre compte, de cette intermittence dans l'aspiration et de ses conséquences. Quand un des deux cylindres est plein d'air, l'autre avant de commencer à se remplir, doit attendre : 1° la fermeture de ses clapets de sortie; 2° la dilatation de l'air légèrement comprimé qu'il renferme jusqu'au degré voulu pour ouvrir les clapets d'entrée. Il y a donc là, après chaque ascension des pistons ou des cloches (aéromètres), un temps d'arrêt bien prononcé, pendant lequel l'air en mouvement venant frapper le dessous des cylindres et de l'obturateur de la cheminée, y subit un refoulement plus ou moins prolongé, évidemment préjudiciable à la force motrice et à l'efficacité de l'écoulement ; de là aussi l'impossibilité de faire usage de l'obturateur hydraulique, (fig. 1) qui convient si bien, dans le cas d'une aspiration non interrompue, en ce qu'il rétablit de lui-même les moyens de ventilation naturelle dès que l'aspiration artificielle cesse. Inutile de faire remarquer que l'arrêt *A* doit être disposé de manière que la cloche mobile de l'obturateur puisse s'élever assez et pas trop au-dessus de la partie fixe ; assez, pour livrer un passage libre à l'air sortant de la mine quand le ventilateur cesse de fonctionner ; pas trop, pour que la cloche reprenne promptement sa place dans le liquide dès que le ventilateur recommence à agir. On comprendra également que le contrepoids (*P*) sera toujours bien réglé s'il fait équilibre au poids de la cloche à l'air libre.

Le perfectionnement dont nous voulons parler, et qui, peut-être, n'est encore connu que de nos élèves ingénieurs auxquels il est expliqué depuis 1843, consiste à employer trois cloches *au moins*, ou lieu de deux, pour aspirer l'air de la mine, en disposant ces cloches de manière à commander respectivement leur jeu par autant de manivelles coudées répondant aux sommets d'un polygone *régulier* dont l'arbre tournant occupe le centre.

Ces conditions assurent à la fois l'équilibre constant entre le poids des cloches en mouvement, et la continuité dans l'aspiration, puisqu'il y aura toujours une ou plusieurs cloches se mouvant de bas en haut.

Octobre 1849.



INDUSTRIE.

RAPPORT

SUR

L'EXPOSITION DES PRODUITS DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE

EN 1849,

ADRESSÉ A M. LE MINISTRE DE L'INTÉRIEUR,

PAR M. J. GILON.

MONSIEUR LE MINISTRE,

J'ai l'honneur de vous faire connaître le résultat de ma visite à l'exposition des produits de l'industrie française qui vient d'avoir lieu à Paris. Je regrette que mon rapport ne puisse pas être aussi développé que je l'avais d'abord espéré; le peu de jours dont j'ai pu disposer, ainsi que le petit nombre d'heures pendant lesquelles l'étude était possible à cette exposition, en sont les causes premières. Si mon séjour à Paris eût été plus long, j'aurais pu suivre les travaux du jury, assister aux séances de ses commissions et profiter des connaissances et de l'expérience des hommes d'élite qui le composent. Il faut dire aussi que la recherche des inventions nouvelles, des produits intéressants est rendue excessivement difficile dans les immenses galeries affectées à l'exposition, par le grand nombre d'objets de toute espèce y admis, et dont la nature même est parfois telle qu'on doit se demander à quoi sert un jury d'admission; cette recherche n'est pas facilitée par le classement des produits, qui a été fait à plusieurs re-

prises. Les objets envoyés les derniers ont servi de remplissage; il y en a qui sont presque inabordables ; d'autres fois des produits de même nature se trouvent complétement séparés, tandis que des objets qui n'ont pas le moindre rapport se trouvent accolés. Un catalogue analytique et raisonné eût pu remédier en partie à cet inconvénient ; mais le livret de l'exposition n'est qu'un registre d'inscription, par ordre d'arrivée des produits exposés ; il ne donne d'ailleurs aucun détail sur ceux-ci, se contentant d'indiquer la catégorie dans laquelle ils rentrent : *machines*, *produits chimiques*, etc.

Je m'étais proposé d'étudier l'exposition avec ordre et de n'abandonner une catégorie de produits qu'après l'avoir épuisée ; j'espérais pouvoir facilement réaliser ce plan, mais j'en ai bientôt reconnu l'impossibilité. L'absence complète d'indications, sensible surtout pour les machines, les rares apparitions des exposants rendent précieuse la rencontre de l'un d'eux ou d'un homme spécial dont on peut tirer des renseignements. Quand on a ce bonheur, on abandonne sans hésiter une étude commencée, pour aller au loin chercher quelques données sur une autre industrie ; je dis ce bonheur, parce qu'on ne trouve généralement auprès des expositions diverses, que des gardiens chargés de les épousseter, incapables de donner la moindre explication, et qui ne se contentant pas d'être inutiles aux visiteurs, sont encore incommodes par la défense qu'ils lui font de toucher aux appareils ou d'en prendre des croquis.

Signalons encore l'absence générale des prix de vente ou leur fausseté, quand ils sont indiqués. C'est cependant dans le prix que se trouve la véritable mesure du progrès dans l'industrie, de l'utilité dans un appareil ou dans une machine.

Quoiqu'il en soit, je réunis ici mes impressions aux quelques notes que j'ai pu recueillir ; j'y considère les choses au point de vue de leur utilité, sans trop m'arrêter à leur nouveauté et sans m'inquiéter si certaines publications ont ou n'ont pas fait mention de l'objet dont je m'occupe.

L'EXPLOITATION MINÉRALE prend ordinairement peu de part

aux expositions de l'industrie. Sauf les marbres et les ardoises, on ne remarque à l'exposition de 1849 que deux blocs d'anthracite, quelques échantillons de minerais de fer, de plomb, de cuivre, etc., qui offrent peu d'intérêt au point de vue où nous sommes obligés de nous placer.

Une fabrication intéressante, en voie d'amélioration, a cependant sa place marquée ici : je veux parler de *l'agglomération* des charbons menus.

L'*aggloméré*, comme on l'appelle à Saint-Étienne, ou le *péragène*, comme on dit à Blanzy, s'obtient en soumettant à une pression énergique un mélange de charbon menu avec du brai gras.

M. Marsais de Saint-Étienne a exposé des blocs de ce combustible, pesant chacun 50 kil. ; leur poids et leur forme peu régulière sont des inconvénients que ne partagent pas les briquettes de Blanzy, dont le poids est dix fois moindre et la forme plus avantageuse. J'insiste sur la forme, parce que, jusqu'aujourd'hui, le principal, et je dirai même, le seul usage de ce combustible est le chauffage des chaudières des bateaux à vapeur ; on conçoit dès lors combien il importe qu'il se présente en briques faciles à manier et occupant le moins de place possible. Il m'a été assuré qu'avec le *pérugène* de Blanzy, on pouvait gagner jusqu'à 20 p. c. sur l'arrimage.

MM. Varral, Middleton et Elwell ont exposé un appareil destiné à cette fabrication. Le mélange du charbon avec le brai fondu s'y effectue dans un cylindre vertical en tôle, à l'aide de trois rateaux agitateurs mobiles avec l'axe. Le fond du cylindre est percé de deux ouvertures qui correspondent à deux des quinze moules pris dans l'épaisseur d'une plate-forme tournante en fonte ; le fond de ces moules est formé par un seul plateau fixe. Le mouvement de la plate-forme amène chaque brique sous un mouton qui la comprime fortement et sans choc. Au sortir de la presse, la brique tombe hors du moule par son propre poids, le fond fixe venant à manquer sur une partie de la circonférence.

Voici, sur la fabrication du *péragène* à Blanzy, quelques détails que je dois à l'obligeance de M. Amédée Burat :

Le goudron minéral est distillé dans une chaudière de forme ordinaire ; la condensation a lieu dans un serpentin rafraichi par un simple courant d'air. Les produits de cette distillation sont à peu près : 80 p. c. de brai gras qui reste dans la chaudière, 10 p. c. d'huiles grasses propres à la fabrication des savons employés au graissage des machines, 6 p. c. d'hydrocarbures propres à l'éclairage, le reste d'eaux ammoniacales, etc.

Le mélange du charbon avec le brai a lieu sur une plaque tournante, chauffée par-dessous ; deux rateaux fixes remuent la masse dans laquelle le brai gras fondu est incorporé par l'un d'eux seulement. Ce rateau reçoit le brai le long de son dos et l'introduit dans le charbon par ses dents. Par cette manière de procéder on est parvenu à n'employer que 6 à 8 p. c. de brai ; il n'est pas présumable que cette proportion puisse être sensiblement diminuée. (1).

Deux presses hydrauliques donnent aux briques la forme convenable et en confectionnent environ 25 tonnes par jour.

Les frais de fabrication de tout genre, non compris le charbon, s'élèvent à 10 fr. par tonne de 1,000 kil. ; la main-d'œuvre y entre pour 2 fr. 50 c. Le péragène se vend à Blanzy fr. 18 la tonne.

Il faut observer que l'on n'emploie à cette fabrication que du menu de bonne qualité et qu'on est quelquefois obligé de laver celui-ci au crible à l'eau (voir le *Traité d'exploitation des mines*, par M. Combes). Ce lavage coûte 4 centimes par hectolitre.

Cette fabrication a tenté de s'établir en Belgique ; elle y a

(1) Ceci était écrit lorsque nous avons appris qu'une fabrique de charbon aggloméré allait s'établir à Bruxelles d'après un nouveau procédé. Il paraîtrait que l'inventeur n'emploie que la pression sans l'intermédiaire d'aucune substance étrangère pour agglomérer le charbon menu, qui peut d'ailleurs être des plus maigres.

mal réussi. Cependant le *gros* charbon est recherché pour une foule d'usages où il serait parfaitement suppléé par de l'aggloméré qu'on pourrait fournir à 3 fr. au moins à meilleur compte que la houille. L'aggloméré présente aussi l'avantage d'être moins fragile que celle-ci, il supporte parfaitement les transports, les transbordements, etc. La fumée que ce combustible développe en brûlant le fera rejeter des usages domestiques, mais les brasseries, les distilleries et quelques autres industries y trouveraient de l'avantage, et d'autant plus, que le lieu de consommation est plus éloigné du lieu de production.

M. Darroux, d'Auch, a baptisé du nom d'*Ardosiotome,* un instrument destiné à découper les ardoises. En deux mots, il se compose d'un support vertical en fer de la forme à donner à l'ardoise, découpé en dents de scie à la partie supérieure. On y place l'ardoise à terminer, une presse vient l'y fixer, puis un couteau de même forme que le support, mais qui n'attaque pas tous les points à la fois et n'agit que progressivement, descend verticalement et vient enlever le superflu. La presse et le couteau sont mus par la même vis à balancier. D'après l'inventeur, un homme, aidé de deux enfants, peut achever de la sorte, 300 ardoises par jour. Dans ces conditions, cette machine n'a pas de chances de se voir adoptée; mais il serait facile de la modifier de façon à supprimer les deux enfants dont l'un pose l'ardoise et dont l'autre la retire. L'appareil de M. Darroux, tel qu'il est établi, coûte 200 à 250 fr.; chaque couteau de rechange avec support vaut 60 fr.

Depuis plusieurs années, on s'est beaucoup préoccupé de l'application des *fahrkunst* à l'extraction des minerais du sein de la terre. Dans les fahrkunst, comme dans la warocquière, deux tiges reçoivent un mouvement vertical alternatif; l'homme qui veut s'en servir pour descendre dans la mine ou pour en sortir, profite des temps d'arrêt aux extrémités de la course pour passer d'une tige à l'autre. Pour résoudre le

problème, il fallait suppléer à l'intelligence et à la volonté de l'homme par un mécanisme qui ne permît pas aux vases d'extraction engagés dans l'appareil, de dévier de la marche qui leur était tracée.

Parmi les diverses solutions qui se présentaient, voici celle qu'a choisie *M. Méhu :* A la fin de chaque double course, les tiges déposent le waggon d'extraction sur un support fixé aux parois du puits, où elles viennent le reprendre à la course suivante, pour l'élever de toute la hauteur de la course.

L'appareil-Méhu se compose de deux couples de tiges parallèles, animées d'un mouvement vertical alternatif, auquel l'inventeur a donné 15 mètres d'amplitude, comme nous le verrons tout à l'heure. Ces tiges sont munies de patins articulés; ces garnitures de patins sont espacées entre elles de 15 mètres. Une couple de tiges sert exclusivement pour l'ascension; l'autre, pour la descente. Chaque système est établi dans un compartiment séparé du puits; celui-ci est divisé en étages d'environ 14 mètres de hauteur, à chacun desquels se trouvent des patins analogues à ceux des tiges, mais dans une situation perpendiculaire, c'est-à-dire, pour supporter les waggons par les deux autres côtés.

Examinons comment l'extraction s'opère par cet appareil :

Les patins fixes, comme les patins mobiles (*), se maintiennent par leur propre poids dans une position horizontale; ils sont mobiles autour de leur point d'attache, au moyen de charnières à talons qui leur permettent de s'effacer de bas en haut.

Qu'au fond du puits on présente un waggon entre les deux tiges, au moment où celles-ci vont descendre, je suppose : les quatre patins qu'elles portent à cette profondeur vont se relever le long du waggon, jusqu'à ce qu'ils l'aient dépassé. Quand les tiges reprennent leur mouvement d'ascension, les

(*) J'appelle *fixes* les patins attachés aux parois du puits; *mobiles*, ceux qui appartiennent aux tiges.

patins saisissent le waggon par dessous et l'enlèvent au-delà des patins fixes placés à 14 mètres plus haut ; ceux-ci ne s'opposent pas au passage du waggon de bas en haut, mais ils l'arrêtent lorsque les tiges redescendent et le soutiennent jusqu'à ce que les patins mobiles supérieurs viennent le saisir; de même et ainsi de suite jusqu'au jour, où le waggon est reçu par un petit chemin de fer placé sur un double pont à bascule. Ce pont a deux tabliers ; l'un sert pour le compartiment de la remonte, et il est ordinairement abaissé ; il se soulève à la fin de chaque course par le jeu d'un taquet ; l'autre tablier, qui couvre le compartiment de la descente, est abaissé quand le 1er est soulevé et vice-versa.

Dans le système qui sert à la descente, tous les patins sont maintenus dans une position verticale par des contre-poids ; de sorte qu'ils passent près des waggons sans les toucher, si ce n'est lorsqu'ils sont forcés à reprendre l'horizontalité par un butoir qui agit un instant avant que le waggon doive se reposer sur les patins.

Plaçons un waggon vide sur le pont, les tiges viennent le saisir par dessous, le soulèvent de 50 centimètres, puis redescendent avec lui pendant que le double pont retombe de l'autre côté et laisse le passage libre à la descente. Un renfort de 1 mètre de longueur, que portent les tiges en dessous des patins, vient buter contre un levier qui abaisse les patins fixes ; ceux-ci reçoivent le waggon ; les tiges continuent leur course sur 50 centimètres environ, leurs patins se relèvent par l'effet des contrepoids, de sorte qu'ils passent à côté du waggon dans leur course ascendante ; il n'en est pas de même des patins mobiles immédiatement inférieurs, dont la queue rencontre un butoir qui les dispose à saisir le waggon. Celui-ci est encore soulevé de 50 centimètres, ce qui permet aux patins fixes de s'effacer. Rien ne s'oppose à la descente du waggon jusqu'à l'étage suivant où le même jeu se reproduit. Au fond le waggon est déposé sur une taque inclinée qui l'amène dans la chambre d'accrochage.

Je ne sais si j'ai été assez heureux pour faire comprendre la marche de l'appareil-Méhu ; on la saisit rapidement quand on le voit fonctionner, mais une description, privée du secours du dessin, d'une machine qui comporte tant de détails, est nécessairement longue sans en être plus claire. Espérons que les détails suivants sur la disposition des différentes parties de l'appareil établi par M. Méhu dans la fosse Davy de la compagnie d'Anzin, suppléeront à ce que ma description présente d'incomplet.

Les quatre tiges, établies jusqu'à la profondeur de 200 mètres ont 16 centimètres d'équarissage à la partie supérieure, 12 centimètres à la partie inférieure. Chaque tige porte des traverses dont une sur deux supporte deux patins. Les extrémités de ces traverses se meuvent entre deux pièces verticales servant de guides et formant une partie de la cloison ; celle-ci est complétée par des filières qui doivent aussi servir à maintenir et à conduire les waggons, dans le cas où l'un des patins serait rompu.

Les patins sont en fer ; ceux du côté de la descente sont rendus solidaires deux à deux par une barre horizontale engagée dans une rainure qui est pratiquée dans leur partie postérieure. Cette barre porte la queue, mobile autour d'un point fixe, qui sert de taquet pour abaisser les patins.

Les waggons sont en bois, d'une contenance de 2 $^{1}/_{2}$ hectolitres. Ils roulent dans le sens de leur largeur ; une pareille disposition ne permet pas de les conduire dans les galeries souterraines, aussi les emplit-on au pied de l'appareil. C'est là un vice capital, mais auquel il est très-facile de porter remède.

Tel est l'appareil dont le modèle réduit figurait à l'exposition. Mais quel est le moteur employé? Par quelle disposition est-on parvenu à donner aux tirants une course qui dépasse 15 mètres? Quel est le mode employé pour équilibrer le poids des tiges? Dans quelles conditions marche l'appareil? Ces questions et plusieurs autres n'ont pu être résolues par

le gardien chargé de la montre du modèle ; ma curiosité n'a pu être satisfaite qu'en visitant l'appareil original du puits Davy, qu'à mon grand regret, j'ai trouvé inactif.

Les tiges y sont attachées aux extrémités de deux chaînes anglaises qui reçoivent leur mouvement par l'intermédiaire de deux poulies montées sur le même arbre. Pour moteur, deux machines à vapeur horizontales, à rotation, de 25 à 30 chevaux. Le changement de mouvement est commandé par l'appareil lui-même ; les temps d'arrêt aux extrémités de la course, sont réglés par deux cataractes.

Pour équilibrer l'appareil, on se sert d'un contrepoids dont le bras de levier varie à chaque instant de la course. La chaîne qui le supporte s'enroule alternativement sur deux poulies dont la gorge est en spirale et qui sont portées par l'arbre des poulies motrices. Les deux spirales ont leur origine au même point de cet arbre ; leurs courbes sont différentes, puisque les poids des systèmes pour la descente et pour l'ascension ne sont pas les mêmes. Pour que le contrepoids agisse toujours verticalement, il est guidé par un double chemin de fer dans un puits dont les côtés sont obliques à l'arbre. Les courbures du chemin de fer sont construites graphiquement ainsi que celles des spirales.

L'appareil du puits Davy est établi jusqu'à 200 mètres, mais il ne fonctionne qu'à partir de la profondeur de 169 mètres. Dans sa marche normale, il amène au jour un waggon par minute.

On avoue le chiffre de 65,000 fr. pour les frais d'établissement de toute la machine, et M. Méhu évalue à 7 ou 8,000 fr. par 100 mètres courants, l'accroissement de dépenses nécessaires pour l'établir jusqu'à 500 mètres de profondeur.

Il est à peu près inutile de faire ressortir les avantages que présente l'application des fahrkunst à l'extraction ; il est bien évident qu'elle permet d'augmenter considérablement les quantités de minerais amenées au jour par un même siége, quantités qui ne seront limitées pour ainsi dire que par la

puissance du moteur appliqué à l'appareil ; elle supprime, pour les remplacer par de légers frais d'entretien, le renouvellement des cordes et des cuffats. Cette dépense est très considérable et se règle annuellement par milliers de francs pour chaque siége d'exploitation. Par cet emploi des fahrkunst, on évite encore les accidents si fréquents résultant de la rupture du câble ou des chaînes d'extraction, et les chômages plus ou moins prolongés qui en sont la conséquence. La descente et la remonte des ouvriers s'effectuent d'une façon bien plus sûre que par les moyens ordinaires ; un puits aux échelles devient inutile et c'est là une grande considération dans l'établissement d'un nouveau siége d'exploitation dans les localités où les règlements exigent l'adjonction d'un puits spécial pour les échelles.

Plus la profondeur de l'exploitation augmentera et plus les avantages seront sensibles. Dans les appareils dont nous nous occupons la quotité de l'extraction ne dépend nullement de la profondeur de l'exploitation, comme dans le système actuel où elle est limitée par la contenance des bennes et par leur vitesse d'ascension. En outre, le temps employé à descendre et à remonter les ouvriers par le cuffat deviendra de plus en plus long et restreindra d'autant le temps consacré à l'extraction des produits de la mine. Si, au contraire, les ouvriers pénètrent dans celle-ci, par des échelles ordinaires, c'est pour eux une fatigue qui augmente avec le chemin à parcourir de cette façon, et qui diminue d'autant la quantité de travail qu'ils peuvent produire dans leur journée.

La profondeur à laquelle sont portés les travaux dans notre terrain houiller croît assez rapidement pour que ces questions soient pour la Belgique du plus haut intérêt.

M. Méhu a le mérite d'avoir le premier établi une fahrkunst servant à l'extraction du charbon. Malheureusement son appareil est d'une construction très-coûteuse ; il est assez compliqué pour qu'on soit fondé à prévoir des dérangements dans sa marche. Aussi ne pouvons-nous résister au désir de le

comparer à un appareil analogue, inventé par M. Guibal, professeur à l'école des mines de Mons.

M. Guibal a tout bonnement approprié la Warocquière à l'extraction; pour forcer chaque waggon à changer de palier, il incline, au moment voulu, celui sur lequel le véhicule se trouve. Les waggons agissent donc dans cet appareil comme les hommes dans une fahrkunst, en passant d'un palier à un autre amené au même niveau, pour recevoir ensuite le mouvement ascendant ou descendant du système sur lequel ils sont placés.

Chaque palier se compose d'un cadre en bois qui supporte deux rails formés d'une seule barre de fer plat pliée en forme d'étrier. La courbe qui est à l'arrière se relève pour offrir un arrêt au waggon qui arrive avec une certaine vitesse. Le cadre reste toujours horizontal, les rails seuls basculent autour du support antérieur. Les paliers du même système sont portés par quatre tirants en fer, assemblés à vis etdouille à chaque étage. L'ensemble de l'appareil se compose donc de deux systèmes semblables doués d'un mouvement vertical alternatif, qui servent à la descente comme à l'ascension, avec cette restriction que le même palier ne peut pas servir à l'un et à l'autre usage; aussi l'appareil de M. Guibal présente alternativement une couple de paliers pour l'ascension et une couple de paliers pour la descente. Dans les fahrkunst ordinaires, la distance verticale entre deux paliers consécutifs est égale au double de la course, puisque chaque tirant fait la moitié du chemin. L'alternance des paliers d'ascension et des paliers de descente réduit cette distance de moitié dans l'appareil Guibal, de sorte qu'un palier quelconque n'y termine sa course que vis-à-vis du second palier qu'il rencontre. On conçoit la nécessité de cette disposition quand on réfléchit que les arrêts qui soulèvent les petits chemins de fer servant à la descente, doivent agir de bas en haut, au contraire de ceux qui servent à la remonte. Ainsi ces derniers agissent sur un levier convena-

blement coudé qui forme, pour ainsi dire, le prolongement antérieur du chemin de fer et qui, en s'abaissant, force celui-ci à se soulever; chaque palier pour la descente porte tout simplement à l'arrière un taquet qui, venant se reposer sur un arrêt fixe, donne aux rails l'inclinaison nécessaire pour les débarrasser, au bas de la course, du waggon qu'ils portent.

Une condition essentielle à remplir, c'est que le waggon ne puisse pas rouler bas d'un palier pendant la course; on y parviendrait efficacement en donnant aux rails dans leur position normale une légère pente vers l'arrière ou même une courbure qui produirait le même effet.

Dans un projet qu'a fait M. Guibal pour une mine du Couchant de Mons où il espère voir adopter son appareil, il lui donne 6 mètres de course avec une vitesse moyenne de 1 mètre par seconde. Chaque système oscillant composé de quatre tiges de fer avec paliers de 6 mètres en 6 mètres, pèserait à vide 250 kilog. environ par tronçon de 6 mètres. L'auteur porte à 50 francs, par mètre courant, le prix de son appareil. Pour élever à la surface, d'une profondeur de 400 mètres, 3 à 4,000 hectolitres de charbon par 10 heures de travail, M. Guibal estime qu'une machine à vapeur de la force de 40 chevaux serait suffisante.

Dans l'appareil-Méhu, s'il arrive qu'un patin soit rompu, ou que son jeu soit interrompu, qu'adviendra-t-il du waggon qui est en route? En atteignant cet étage, il va prendre une position oblique et sera guidé, dit-on, dans son mouvement vertical par les filières qui règnent le long du puits. Mais si le même accident arrive à deux patins situés du même côté, le waggon tombera du haut en bas de l'appareil, ou, tout au moins, il s'engagera de travers dans celui-ci de manière à s'opposer à son mouvement, comme nous l'avons vu arriver plusieurs fois dans le petit appareil de l'exposition qui était, à la vérité, mal construit. Un autre cas peut encore se présenter, un waggon qui doit faire place à un autre peut res-

ter dans sa position ; c'est encore là une source d'accidents graves, car le waggon qui suit celui qui est arrêté, viendra se déposer sur lui, s'il est en descente, ou le soulèvera, s'il remonte. Avec le système-Guibal un pareil conflit n'est guère possible ; dans un cas semblable, le waggon arrivant choquera le waggon en place, mais reprendra la sienne aussitôt que l'appareil se remettra en mouvement et ainsi de proche en proche.

Disons aussi que M. Guibal supprime les chaînes à la Vaucanson, en conservant les avantages des machines à rotation ; son système est une modification de la *balance hydraulique* appliquée à l'appareil que M. Warocqué a fait construire à Mariemont. Le moteur y donne le mouvement à un piston dans un cylindre horizontal plein d'eau ; cette eau est ainsi chassée alternativement dans deux cylindres verticaux d'un diamètre moindre et dont les pistons supportent les systèmes oscillants. Les vitesses des pistons dans les cylindres verticaux et dans le cylindre horizontal sont en raison inverse de leurs sections ; on peut donc donner à l'appareil une course assez grande en conservant à la machine à vapeur ses conditions les plus favorables.

Dans la spécification du brevet d'invention que M. Guibal demande pour son appareil, il décrit l'application du même système à l'épuisement des eaux.

J'ai remarqué au puits Davy l'emploi d'un porte-voix ou tuyau en zinc pour communiquer du fond au jour. Je suis étonné que ce système de communication ne soit pas plus répandu dans l'intérieur des fosses ; depuis longtemps on l'a adopté pour les communications des receveurs ou tireurs avec les machinistes. Les moyens de correspondance actuels dans les fosses profondes sont, ou des sonnettes posées au jour et dont le cordon parcourt toute la hauteur du puits, ou des tambours en bois placés aux chambres d'accrochage. Ces derniers sont insuffisants pour de grandes profondeurs et pour des fosses sourdes. Le principal inconvénient des son-

nettes consiste dans la longueur du cordon formé de tiges de fer qui se décrochent et se brisent souvent. La manœuvre en est difficile, au point que l'ouvrier qui donne le signal n'est jamais sûr du nombre de coups de sonnette qu'il a donnés. L'emploi de ces deux moyens est, en outre, limité à quelques signaux; il faut souvent suppléer à leur insuffisance par l'envoi de billets attachés au cable d'extraction. Par un tuyau qui longe la fosse, la voix arrive jusqu'à l'oreille qui doit l'entendre et peut transmettre sûrement et rapidement un ordre ou une nouvelle quelconque.

Le porte-voix en zinc peut remplacer avantageusement partout les sonnettes; il n'en est pas toujours de même pour les tambours : ceux-ci sont d'un usage économique et employés surtout dans les puits non cloisonnés, où les cuffats ne sont pas guidés. Pour établir un porte-voix dans de pareilles fosses, il faudrait le protéger contre le choc des bennes.

Le prix des tuyaux de zinc (à peu près 2 fr. le mètre courant) n'est pas un obstacle à leur emploi dans les mines.

A côté de l'appareil Méhu figurait un parachute pour les mines qui n'est que le *parachute-Demeyer,* muni d'un second *parapluie* en tôle au-dessous du frein. On sait en quoi consiste cette invention : c'est un appareil qui se place au-dessus du vase d'extraction et qui sert d'intermédiaire entre celui-ci et le câble. Deux freins destinés à agir contre les parois du puits et quatre couteaux destinés à y pénétrer sont mis en jeu par la détente de trois ressorts à boudins. Ces ressorts sont tendus par le câble d'un côté, de l'autre par le cuffat. Ils agissent lorsque l'effort du câble sur eux vient à cesser.

M. Wellekens, ingénieur en chef des mines, a fait sur cet appareil des expériences dont le résultat a été très satisfaisant. Nous renvoyons pour le détail des essais et la description de l'appareil aux *Annales des travaux publics,* t. 7, p. 348, et au *Bulletin du Musée de l'industrie,* t. 14, p. 74.

L'efficacité du parachute Demeyer est parfaitement établie; malheureusement, il ne peut pas fonctionner dans un puits non cloisonné ; il faut, en outre, que la section de celui-ci soit assez régulière. Or, la plupart des fosses de notre pays ne se trouvent pas dans ces conditions-là et la dépense nécessaire pour les y mettre est trop considérable pour qu'on n'y regarde pas à deux fois. Le prix de l'appareil (1,000 fr., si ma mémoire est bonne), et son poids (300 kil.) dont le câble serait surchargé, arrêtent aussi beaucoup d'exploitants.

Un autre parachute des mines attirait les regards au milieu des instruments de précision. Son inventeur, M. Chuart, guide chaque benne par un chemin de fer vertical dont le rail à bourrelet est embrassé par deux pattes fixées à la benne. Lorsque le câble d'extraction se détend, le propre poids de la benne fait agir un levier qui enfonce un coin, de bas en haut, entre le rail et la patte ; l'arrêt est instantané. Je ne m'arrête pas plus longtemps sur cet appareil, parce qu'il n'est pas applicable dans l'industrie, sans de profondes modifications. Sans parler du coûteux établissement de deux chemins de fer, on ne comprend pas la possibilité de la manœuvre au jour, du culbutage des bennes traversées d'outre en outre par une tige rigide et reliées à un chemin de fer dans lequel il faudrait engager chaque fois les pattes de la benne ([1]).

La chute d'un cuffat n'est pas toujours la suite de la rupture du câble d'extraction ; quelquefois c'est la chaîne qui le termine qui se brise, ou bien les chaînettes d'attache du cuffat. L'emploi d'un parachute n'évite pas cette chance d'accident ; aussi avons-nous été charmés de rencontrer de nouvelles chaînes que l'inventeur annonce être trois ou quatre fois plus résistantes, à section égale, que les chaînes en fer que l'on emploie habituellement.

M. Sisco forme les maillons de ses chaînes en enroulant autour d'un mandrin soit du fil de fer, soit des lanières de tôle,

([1]) Nous apprenons que M. Albert Gendebien est l'inventeur d'un système analogue ; il applique de la même façon le coin pour arrêter la chute des vases d'extraction qui sont déjà guidés par des cordes, par des rails ou par des madriers.

que l'on maintient provisoirement par quelques ligatures en fil de fer. Il plonge la chaîne ainsi formée (après un décapage convenable) dans un bain de cuivre, de bronze ou de laiton fondu et il l'y laisse séjourner de 4 à 5 minutes. Après les en avoir retirées, on enlève les ligatures. Les chaînes sont parfaitement brasées, le métal fondu a pénétré dans tous les interstices et chaque maillon ne forme plus qu'un tout parfaitement sonore.

La résistance de ces chaînes a été l'objet d'essais à l'amirauté de Londres. M. Sisco n'ayant pu m'en procurer les procès-verbaux, je tairai les chiffres énormes qu'il dit y avoir été obtenus. Si les assertions de l'inventeur sont exactes, ce dont il est facile de s'assurer, nous ne saurions trop recommander l'emploi des *chaînes-Sisco*. Il serait même à désirer qu'un règlement de police en prescrivît l'emploi quand les cuffats servent au transport des hommes. Des expériences sur ce sujet ne peuvent manquer d'être intéressantes. On pourrait aussi essayer d'y remplacer le laiton ou le bronze par du zinc; cette galvanisation aurait des effets très heureux quant à la durée des chaînes, dont le prix serait ainsi abaissé; reste à savoir dans quelle proportion la force de la chaîne brasée en serait diminuée.

M. Chuart, dont nous parlions tout-à-l'heure, a aussi exposé un instrument qu'il appelle *gazoscope* et qui est destiné à « faire connaître dans une enceinte close, comme un ma-
« gasin, une galerie de mine, la formation des mélanges ga-
« zeux détonants, avant que l'explosion soit possible. »

Cette invention a valu à son auteur un prix de 2,000 fr. de l'académie des sciences, une médaille d'argent de la société d'encouragement et une médaille de bronze à l'exposition de 1844.

L'instrument est un véritable aréomètre formé d'un ballon très léger réuni par une tige verticale à un flotteur lesté qui plonge dans l'eau d'une petite cuve fermée par un couvercle. La tige métallique, qui passe à travers ce couvercle, porte une aiguille pour indiquer sur une échelle les proportions

du mélange gazeux. Le ballon étant convenablement lesté pour marquer zéro au haut de l'échelle, dans de l'air pur, on comprend que, transporté dans un gaz moins dense, le ballon descendra et que l'aiguille indiquera la proportion du mélange gazeux sur l'échelle dressée par expérience. Pour attirer l'attention lorsque le mélange devient détonant, le mouvement descendant du ballon fait agir une sonnerie ; la quantité de ce mouvement n'étant pas suffisante pour faire partir un déclic, M. Chuart a employé un moyen très ingénieux pour l'augmenter : un aimant fixé sur le couvercle de la cuve hâte la chute de l'aréomètre dès qu'un petit disque en fer, fixé à la tige de celui-ci, arrive dans la sphère d'attraction de l'aimant. Ce disque touche un faible déclic qui laisse échapper une petite balle de plomb ; celle-ci, tombant d'une hauteur de 10 à 15 centimètres, produit un choc capable de faire partir la détente d'un mouvement d'horlogerie adapté à une sonnerie.

Les ballons, de 16 centimètres de diamètre, sont en cuivre ou en argent repoussé au paquet ; les premiers pèsent 22 grammes, les seconds, 14 grammes seulement. Pour rendre l'appareil plus portatif, on peut employer un ballon en caoutchouc ramolli et soufflé.

M. Chuart, qui a la prétention d'appliquer cet instrument dans les mines, veut surtout le faire servir à indiquer après le chômage du dimanche, si les travaux sont infectés de grisou. Pour remplir ce but, il fallait que les avertissements de l'appareil fussent assez bruyants pour être entendus de loin ; il fallait en outre qu'ils durassent assez longtemps après le jeu de l'aréomètre. Une sonnerie mise en mouvement par un poids comme un réveil, peut jouer aussi longtemps que l'on veut ; cela ne dépend que de la longueur de la corde qui soutient le poids, mais on ne peut pas disposer partout d'une grande hauteur verticale. M. Chuart est parvenu à dérouler une corde d'une longueur quelconque sur une hauteur verticale très petite (1 à 2 mètres) par un moyen bien simple. Il enferme une série de boulets pesants dans un cylindre hori-

zontal, creux et fermé par une suite de soupapes coupées en biseau à l'intérieur et pouvant glisser facilement dans une coulisse longitudinale. Chaque boulet correspond à une soupape et est attaché par un petit cordon à une corde qui s'enroule autour du cylindre et qui tient les soupapes fermées en les empêchant de glisser. Aussitôt que le gazoscope fait partir la détente, le cylindre commence à tourner jusqu'à ce que le premier boulet, qui est attaché librement au bout de la corde arrive sur le sol ; à ce moment la première soupape est dégagée, elle glisse de côté pressée par un boulet qui sort et continue à faire tourner le cylindre et ainsi de suite jusqu'au bout.

Quoiqu'en dise son auteur, cet appareil n'est guère applicable dans les mines ; on ne comprend pas la possibilité de confier aux mains grossières des mineurs, ni de laisser séjourner dans les travaux des mines un appareil aussi délicat; la poussière et l'humidité en auraient bientôt fait justice. D'ailleurs, il faudrait une foule d'instruments semblables pour la même mine, un point de celle-ci pouvant être parfaitement sain, tandis qu'un autre est infecté de grisou. Une bonne lampe de sûreté peut donner les mêmes indications et mérite bien plus de confiance.

Nous concevons l'utilité du gazoscope dans des lieux clos de peu d'étendue, dans des ateliers éclairés au gaz, par exemple, où leur emploi préviendrait des explosions dues aux fuites de gaz, genre d'accident dont les exemples assez nombreux se multiplient chaque jour en raison de l'extension que prend l'éclairage au gaz.

On peut aussi disposer cet instrument pour indiquer la présence de l'acide carbonique.

M. Chuart travaille en ce moment à deux lampes de sûreté. Dans la première il veut supprimer complétement la communication avec l'air extérieur ; cette lampe serait alimentée par les gaz résultant de la distillation du nitrate ammonique. Cette décomposition s'opère dans la lampe même et par sa

propre chaleur aidée au commencement par une petite lampe à esprit de vin, pour la mise en train. Jusqu'aujourd'hui M. Chuart n'est parvenu qu'à faire une lampe très lourde et qui ne peut fournir que quelques heures d'éclairage. L'autre lampe de sûreté qu'il travaille, est une lampe à huile, dans laquelle l'air extérieur pénètre par un conduit en spirale. Un petit piston suspendu entre les deux tours du conduit peut boucher instantanément l'entrée d'air; cet effet se produit lorsque l'intérieur de la lampe est plein de gaz enflammé; alors le simple fil qui soutient le piston est brûlé et le piston a fermé l'orifice extérieur avant que le courant enflammé ait eu le temps de parcourir le conduit en spirale. Le jeu de ce piston, subordonné à la destruction d'un fil, me paraît d'autant moins sûr, que la poussière et l'huile auront bientôt formé un cambouis qui s'opposera à tout mouvement de sa part. On nous pardonnera d'avoir signalé ces essais malheureux jusqu'à présent, en faveur de l'importance du sujet; peut-être les indications qui précédent donneront-elles à réfléchir à quelque esprit inventif : cette éventualité seule nous justifie.

FER.

Nous arrivons à la partie la plus brillante de l'exposition, celle, peut-être, où l'on peut constater les plus grands progrès. L'établissement des grandes voies ferrées, l'extension que prend l'emploi du fer dans les constructions civiles comme dans les constructions navales ont singulièrement développé l'industrie sidérurgique en France. Les fers de grandes dimensions pour charpentes, les fortes cornières, les grands fers à *T* et à double *T*, qu'on ne savait comment se procurer, il y a à peine quelques années, sont maintenant d'une fabrication courante, comme on peut s'en convaincre en visitant quelques laminoirs, ou seulement leurs magasins et leurs dépôts. Les commandes faites par l'État pour sa marine, les constructions des gares gigantesques de plusieurs chemins de fer, soutiennent cette fabrication, en attendant qu'elle s'introduise dans les autres édifices, et dans les habitations ; il

n'est déjà pas rare de voir à Paris des maisons où le bois ne se montre plus que dans les ouvrages de menuiserie. Espérons que la Belgique ne restera pas en arrière de ce progrès et que nos architectes élargiront ce débouché pour nos usines qui ne demandent que l'occasion pour faire aussi bien que les usines françaises. Nous n'avons pas ici à faire l'éloge de ces dernières, cependant nous ne pouvons pas nous dispenser de citer l'usine de Montataire pour ses cornières de 90 millimètres, de 13 à 15 mètres de longueur, pour ses feuillards de 10 à 20 mètres, pour ses *T* de 90 à 140 millimètres et de 10 à 12 mètres de longueur, pour ses carrés et ses ronds de 130 à 135 millimètres, dont chaque barre pèse de 7 à 900 kil., pour ses grandes et belles tôles (longueur 13 mètres), pour ses fers à vitrages de modèles très variés et d'une exécution parfaite. Mettons sur la même ligne les forges de la Providence qui ont exposé, outre une foule d'échantillons, une tôle de 600 kil., des fers à *T* et des fers pour grillages de 12 mètres de longueur et surtout des charpentes complètes de différents modèles.

Le marteau-pilon à vapeur ne s'est pas présenté à l'exposition ; il s'est contenté d'y envoyer ses œuvres de tous les points de la France. On le reconnait dans les arbres et dans les pièces de la machine de 400 chevaux destinée au vapeur *le Bertholet,* qu'a exposés *le Creusot ;* dans les canons en fer forgé d'*Audincourt ;* dans les essieux coudés, le mortier en fer forgé, etc., de *MM. Petin et Gaudet* à Rive-de-Gier (¹); enfin dans tous les coins de ces galeries.

Dans les quelques usines, forges et ateliers de construction que j'ai pu visiter, j'ai remarqué l'application générale du

(¹) Il n'est pas un visiteur qui ne se soit arrêté et extasié devant un arbre creux avec renflements intérieurs qui faisait partie de l'exposition de MM. Petin et Gaudet. Ces fabricants font un secret du tour de main nécessaire pour forger une pareille pièce ; nous ne pensons pas qu'ils procèdent autrement qu'on ne l'a fait à Seraing pour forger une pièce analogue qui présentait en outre une double courbure. On suppose le cylindre développé et on donne à cette pièce la forme nécessaire ; on rapproche les bords et on les soude sur mandrin, en commençant par le renflement le plus fort.

Cet arbre est destiné à porter une hélice.

principe recommandé par MM. Thomas et Laurens, la division des moteurs. Chaque outil est mû par une machine à vapeur spéciale marchant à grande vitesse. La vapeur y est toujours employée à haute-pression (de 4 à 8 atmosphères). Aux marteaux et aux cisailles, on applique des machines à cylindre oscillant, qui, de toutes, occupent le moins de place et qui offrent une grande simplicité dans la transmission de mouvement. On applique, de préférence, aux laminoirs, les machines horizontales à cylindre fixe ; leur poids moindre, leur facilité d'établissement et d'entretien, leur bas prix sont des raisons suffisantes pour justifier la vogue dont elles jouissent ; ajoutez-y la possibilité de les faire marcher à grande vitesse, de manière à se rapprocher de celle des trains, ce qui permet de simplifier les engrenages dont les réparations sont si fréquentes.

On n'applique guère l'oscillation aux machines dont la force dépasse 20 chevaux ; la masse du cylindre devient trop considérable, le nombre de révolutions est par là limité et les pertes de vapeur à la distribution deviennent plus sensibles. Nous avons cependant vu deux machines horizontales à cylindre oscillant, de 120 chevaux chacune, faisant mouvoir les laminoirs de *Montataire* et dont on paraît très satisfait. Il est vrai que ces machines, sortant des ateliers de Cavé, sont parfaitement construites.

Le puddlage par le gaz des hauts-fourneaux, dont l'apparition a fait tant de bruit, est presque généralement abandonné aujourd'hui. Il est néanmoins résulté de ces essais qu'on s'est demandé s'il n'y aurait pas avantage, au lieu d'employer directement les combustibles, à les transformer en gaz combustibles, dans des appareils *ad hoc*. L'immense avantage que présentait ce mode de faire, c'était d'utiliser des combustibles de peu de valeur, des menus, des débris, du fraisil qui jusqu'alors étaient, pour ainsi dire, sans emploi.

Dès 1841, M. Ebelmen, on s'en souvient, avait fait des essais en ce sens. A la même époque, des générateurs à gaz étaient établis à Königshütte, en Silésie, pour le mazéage de

la fonte. Depuis, il a été construit des appareils analogues dans plusieurs usines en Allemagne ; aujourd'hui l'usine d'Audincourt présente à l'exposition un modèle de son générateur à gaz. Le procédé consiste dans l'introduction de l'air à travers une couche de combustible plus ou moins épaisse ; cette opération s'effectue dans un fourneau à cuve, qui reçoit par sa partie supérieure le chargement en combustible mélangé de fondants et de scories de forges, quand cela est nécessaire. Ce fourneau a un creuset pour recevoir les matières scorifiées et les cendres. Le courant d'air y est forcé par plusieurs tuyères ; les gaz combustibles s'échappent par un conduit latéral et vont brûler dans les fours à réchauffer. C'est maintenant un procédé manufacturier, appelé à rendre des services dans les localités où le combustible est d'un haut prix, comme dans celles où l'on ne dispose que d'un combustible difficile à brûler sur les grilles ordinaires. Il est applicable au chauffage des chaudières comme au puddlage et au réchauffage du fer.

Un grand nombre d'usines avaient envoyé à l'exposition des échantillons de *bandages*. Nous n'avons distingué dans aucun la présence simultanée du grain à la circonférence extérieure et du nerf à la partie intérieure, qu'on remarque dans les bandages qui sortent des usines de Couillet, par exemple. Cette combinaison réunit la force à la dureté ; elle rend le bandage moins fragile.

L'usine de Montataire est brevetée pour une fabrication particulière d'acier pour bandages. Son procédé consiste dans le puddlage d'un mélange en proportions variables d'acier et de fonte d'affinage ; ces proportions sont moyennement un tiers d'acier (riblons, déchets, etc.,) et deux tiers de fonte. On peut placer le mélange à la fois dans le four à puddler ou n'ajouter l'acier que par portions, quand la fonte est déjà en fusion. Le brassage et le cinglage ne présentent aucune particularité. Ce mode de fabrication permet de livrer les bandages à 25 p. c. à meilleur compte que ceux fabriqués avec du fer de Lowmoor. Des expériences ont été faites sur les ban-

dages de Montataire, aux chemins de fer d'Orléans et de Saint-Germain ; les procès-verbaux de ces essais m'ont été promis, je les attends encore ; mais, si ma mémoire est fidèle, une usure d'un millimètre aurait été produite sur les bandages d'un waggon chargé, par un parcours de 3300 kilomètres sur le chemin de fer d'Orléans, de 5122 kilomètres sur le chemin de fer de Saint-Germain. Les usines françaises sont fortement intéressées à améliorer cette fabrication, parce que, chez presque toutes les compagnies de chemins de fer, l'entreprise de la fourniture des roues n'en forme qu'une avec celle de leur entretien et de leur réparation.

Un brevet d'importation a été accordé en Belgique, à M. Mesdach, pour cette fabrication.

On nous assure que des essais se font en ce moment sur le chemin de fer de l'État pour la comparaison des bandages d'origines diverses ; attendons-en le résultat, en faisant des vœux pour que nous soyons libérés du tribu que nous payons à Lowmoor.

Les galeries des métaux nous montrent encore, à côté des tiges de pistons en acier de 300, 400 et jusqu'à 1000 kil., d'autres tiges destinées à remplacer celles-ci. Elles sont en fer revêtues d'acier à la surface, ce qui en diminue considérablement le prix.

Les usines de Montataire s'occupent aussi du *plombage* des tôles. Les tôles plombées sont appelées à remplacer, pour certains usages, le fer blanc ; elles présentent sur ce dernier, l'avantage d'être livrées en feuilles de grandes dimensions ; l'usage en est plus économique. La couche de plomb dont la tôle est revêtue, étant assez épaisse, est une garantie contre l'oxidation. Nous ne pensons pas, néanmoins, que ce produit puisse lutter avec succès contre la *tôle zinguée*. Celle-ci a eu de la peine à faire son chemin ; depuis douze ans qu'on galvanise le fer par des procédés industriels, il est encore une foule d'usages où le *fer galvanisé* n'a pas de concurrence à redouter et où il ne parvient pas à s'imposer, malgré les rapports favo-

rables de tant de commissions qui s'en sont occupées. Tous les fers exposés à l'humidité et susceptibles de se rouiller devraient être zingués, chaque fois que l'enduit de zinc ne sera pas un inconvénient. Cette industrie a fait beaucoup de progrès ; entre autres l'emploi, pour le décapage, des eaux acides provenant de l'épuration des huiles d'éclairage, a permis de zinguer la fonte aussi bien et aussi économiquement que le fer.

M. Chenot, ancien élève de l'école polytechnique, nous promet une révolution dans la fabrication du fer. Il réduit les oxides de fer au moyen de l'hydrogène carboné ; il obtient ainsi une *éponge de fer* facile à pulvériser, à tailler au couteau, susceptible d'une foule d'applications.

M. Chenot veut d'abord qu'en cinglant cette *éponge*, on en obtienne du fer de bonne qualité ; l'essai n'en a pas été fait, et il reste à savoir si le réchauffage suffirait pour scorifier les gangues de façon à ce qu'elles soient expulsées au cinglage; cela est fort douteux. Si M. Chenot ne parvient pas à éteindre la plupart des hauts-fourneaux, il trouvera au moins une consolation dans le grand nombre d'usages qu'on découvrira pour son éponge.

On confectionne des meules artificielles et des pierres à repasser excellentes avec un mélange d'éponge en poudre avec 6 à 7 parties de silice en gelée. Avec le plâtre, le sable ordinaire ou même avec la terre, l'éponge métallique forme des ciments qui prennent corps immédiatement. L'inventeur avance que des dallages faits avec ce ciment ne coûteraient que 40 centimes à 1 franc au mètre carré. Ce ciment offre tous les avantages de celui qu'on fait avec la limaille de fer ; il a, en outre, celui de prendre corps immédiatement, propriété qu'il doit au grand état de division du fer dans l'éponge. On emploierait avantageusement celle-ci, pour former le *mastic de fer* qui sert à relier certaines pièces de fonte ou de fer, telles que les bouilleurs des chaudières à vapeur, etc.

L'éponge de fer a encore un débouché tout prêt dans la métallurgie du cuivre, pour précipiter ce métal des eaux qui le tiennent en dissolution.

L'appareil dont se sert M. Chenot pour la réduction des oxides de fer est un cylindre applati en tôle dans lequel il place le minerai qu'il fait traverser par un courant d'hydrogène carboné obtenu par la distillation de la houille. La production du gaz et la réduction des oxides n'exigent qu'un seul foyer. L'inventeur espère trouver du bénéfice à vendre l'éponge à raison de 40 francs la tonne; comme sa fabrication n'est pas montée encore sur un pied suffisant pour en juger, nous n'admettrons, ni ne contesterons ce chiffre.

Nous avons entendu prétendre qu'en arrêtant la réduction au degré voulu, on pourrait produire à volonté les autres oxides de fer, l'aimant, p. ex., et qu'on parviendrait de la sorte à produire des aimants *naturels* de dimensions extraordinaires.

Si ce mode de fabrication du fer ne vous convient pas, le même exposant vous en offre un autre. Au moyen de la vapeur d'eau aidée d'une température suffisante, il ramène la fonte à l'état de fer malléable. Ce travail demandant assez de temps (une semaine ou deux, selon les dimensions des fragments), on est libre de s'arrêter en chemin, pour obtenir à volonté, de l'acier sauvage, de l'acier ordinaire ou du fer plus ou moins aciéreux. Ceci n'est-il pas parfaitement applicable à la fabrication de la *fonte malléable?* C'est une question de prix de revient, et rien de plus.

Je passe outre à la fonte malléable; les deux malheureuses boutiques garnies de ce produit ne m'ont rien offert qui fut supérieur à ce que l'on fabrique en Belgique, si ce n'est comme objets d'art, pour lesquels tout le mérite consiste dans la retouche et la dernière main.

Nous ne nous arrêterons pas à faire l'éloge de tous les produits plus ou moins remarquables qui nous ont frappé; nous serions même passés devant les tuyaux en fer étirés à chaud de *M. Gandillot* et autres, sans en parler, si nous n'avions pas été témoins de la surprise de plusieurs industriels devant les produits de cette fabrication, qu'ils auraient dû connaître

vingt-cinq fois depuis vingt-cinq ans qu'on étire et qu'on soude de semblables tuyaux des dimensions les plus variées. Nous nous bornons à renvoyer les curieux au rapport de M. Jobard sur l'exposition de 1839 (t. 1, p. 213) et au traité de métallurgie de MM. Flachat, Barrault et Petiet ; ils trouveront à ces deux sources des détails suffisants sur cette industrie qui s'exerce actuellement sur de grandes proportions. Puisque nous en sommes aux tuyaux, disons deux mots de ceux en tôle galvanisée étirés à froid et agrafés. La feuille de tôle zinguée qui forme ces tuyaux, est pliée à peu près circulairement ; les deux bords sont rapprochés et repliés en dedans. L'agrafe est formée par une languette aussi en tôle galvanisée, de même longueur que le tuyau ; cette languette est aussi repliée longitudinalement de façon à embrasser les rebords de la feuille principale. L'agrafure s'achève et se serre par un seul étirage à froid à travers deux filières voisines. La première est garnie d'une petite languette qui force les bords recourbés du tuyau à s'engager dans les bords de l'agrafe. Il ne reste plus qu'à couler de la soudure dans la jointure longitudinale. Le rapport du jury de l'exposition de 1844 constate qu'un tuyau de 4 centimètres de diamètre intérieur et de 1 millimètre et un quart d'épaisseur, fabriqué comme nous venons de le dire, sous ses yeux, a supporté une pression de plus en plus forte, jusqu'à 22 atmosphères, sous laquelle l'agrafe s'est ouverte. Un autre tuyau, des mêmes dimensions, mais soudé depuis quelques jours a supporté parfaitement une pression de 32 atmosphères et ne s'est ouvert que sous une pression de 40 atmosphères.

Le raccordement des *tuyaux-Ledru* se fait par une vis en fonte. Ces tuyaux ont, sur ceux de *Chameroy*, dont nous allons parler, l'avantage de la légèreté ; mais ils ne leur sont pas comparables sous le rapport de la durée ; leur prix est d'ailleurs un peu plus élevé.

Les tuyaux en tôle et bitume de *M. Chameroy* ne sont pas un produit nouveau, puisque leur fabrication date de dix-huit

ans au moins; quatre ans plus tard, 50,000 mètres de ces tuyaux étaient posés; à l'heure qu'il est, la compagnie Chameroy en a placé 370,000 mètres, tant à Paris que dans les départements.

Les tuyaux-Chameroy se confectionnent en tôle de 1 à 3 millimètres d'épaisseur; leur diamètre varie depuis 27 millimètres jusqu'à 50 centimètres. Leur fabrication exige assez de soins; la tôle doit être étamée, au moins sur ses bords, on la cintre ensuite; les bords en sont rivés avec des clous en fer étamé, placés au marteau; après quoi on les soude. Les deux extrémités du tuyau sont évasées, pour recevoir d'un côté un écrou, de l'autre une vis, que l'on coule en place; le métal qui les forme est un alliage dur d'étain, de plomb, d'antimoine et de cuivre. L'écrou se coule sur un moule intérieur en fonte maintenu par du sable; pour les gros tuyaux, ce moule est en plusieurs pièces; pour les petits, il est d'une seule pièce et doit se dévisser hors de la partie coulée. Le métal coulé a une épaisseur de 3 à 4 centimètres. Ce joint est parfait, surtout quand on l'enduit d'huile et de minium, lors de la pose.

En cet état, les tuyaux, de 3 mètres de longueur, sont éprouvés à dix atmosphères, au moyen d'une presse hydraulique. Ceux qui résistent à l'épreuve sont enduits d'une couche de goudron et enveloppés de ficelle ou de chanvre pour faciliter l'adhésion du bitume dont on va les revêtir. Le bitume préparé avec du brai sec, avec des résidus distillés provenant de la fabrication du gaz d'éclairage et avec du sable fin, est coulé sur une couche de petits cailloux de rivière. On roule le tuyau sur ce bitume jusqu'à ce qu'il en soit recouvert sur une épaisseur de 13 à 15 millimètres; on le roule de même sur du sable plus fin et le tuyau est ainsi terminé en quelques minutes. Il peut alors servir de conduite de gaz, mais quand on veut l'utiliser comme conduite d'eau, il est convenable de l'enduire intérieurement d'une couche de bitume fin qui a tout le poli d'un beau vernis. Ces tuyaux présentent l'avantage d'être

presqu'inoxidables; leur prix est peu élevé; leur système d'assemblage est supérieur à tout ce qui a été essayé jusqu'à présent, ces joints à vis pouvant s'adapter à des raccords à plusieurs branches, à des tuyaux en plomb ou en fonte, comme à des tuyaux en tôle.

Les tuyaux-Chameroy, parfaitement appréciés par l'académie des sciences, ont valu à leur inventeur, le premier prix de la fondation Monthyon, en 1845.

FONTE BRUTE ET MOULÉE.

Un petit nombre d'exposants présentaient des échantillons de fonte; ces objets n'ont de mérite que pour bien peu de personnes et chacun préfère offrir une exposition qui frappe d'avantage les yeux. Ainsi les fontes de *Niederbronn*, présentées sous des formes peu habituelles et bien garnies d'étiquettes explicatives, attiraient tous les regards; on y voyait en effet une tige coulée de première fusion, qui a soutenu une épreuve de 2,000 kil., au centimètre carré de section; des clichés pour la lithographie, aussi de première fusion, plaques de 5 à 8 millimètres d'épaisseur, de 20 centimètres de largeur sur 40 de longueur, dont la surface est recouverte de dessins excessivement délicats en creux ou en relief; une *feuille* de fonte, toujours de première fusion, qu'on prendrait pour de la tôle de 2 millimètres; des bandelettes de même origine, qu'on enroule plusieurs fois sur elle-même. Rien n'est plus remarquable que les deux Christs, parfaitement venus de première fusion, qui font partie de la même exposition; l'un a 60 centimètres de hauteur, l'autre, le double; ils sont cotés respectivement 40 et 110 francs.

Les fontes moulées de *Ducel*, de *Val d'Osne*, de *Muel-Wahl*, de *Durenne*, de *Colas frères* et de tant d'autres, valent certains bronzes; les prix qui sont encore assez élevés, tendent chaque jour à s'abaisser et contribuent à en étendre les applications. La beauté des formes est tellement remarquable jusque dans les moindres objets, que les fonderies françaises tra-

vaillent pour l'exportation malgré leurs hauts prix. Nous avons vu partir des magasins de Ducel, des grilles de balcon qui allaient orner des habitations brésiliennes.

ZINC.

Après le fer, le zinc est de tous les métaux celui qui tient la plus belle place à l'exposition ; il serait trop long de rappeler toutes les formes sous lesquelles il se présente. La société de la *Vieille-Montagne*, qui fait tous les frais de cette exposition, s'est ingéniée à l'appliquer à une foule d'usages.

Le plus grand emploi du zinc laminé se trouve dans la couverture des bâtiments ; les préventions qui existaient contre les toitures en zinc commencent à disparaître ; on comprend généralement l'avantage qu'offre une couverture qui ne pèse que 7 à 8 kil., au mètre carré, au lieu de 15 à 20 kil. que pèsent les ardoises, ou de 70 à 80 kil., comme une toiture en tuiles. Les toits couverts en zinc ne présentent pas une pente aussi forte ; ils n'exigent pas des pièces de charpente aussi nombreuses, ni d'un aussi fort équarissage. Il n'est plus nécessaire de plaider aujourd'hui pour les couvertures en zinc ; nous recommandons seulement à ceux qui en établissent de faire choix d'ouvriers capables et surtout de ne pas trop chercher l'économie en employant des numéros trop faibles ; le n° 14 est un minimum.

Les numéros plus forts s'emploient au doublage des navires, à la fabrication des baignoires, des formes à sucre, des caisses-à-eau pour la marine, de réservoirs, de cristallisoirs, etc.

Les feuilles de moindre épaisseur entrent dans la confection des gouttières, des tuyaux, des objets de ménage, pour remplacer la ferblanterie en général. Certaines dimensions sont destinées au satinage du papier.

Le zinc promet de remplacer le laiton dans l'ornementation estampée ; des palmettes, des embrasses, des plaques de shakos, des jugulaires, etc., ont prouvé à tous les visiteurs

de l'exposition que le zinc de bonne qualité se prête parfaitement à cette fabrication dont le bronzage par l'électricité est le complément.

Les feuilles de zinc perforées qui sont d'un usage si répandu en Angleterre, se montrent sous un aspect très favorable à l'exposition actuelle. *M. Calard* s'est fait une spécialité du perforage des feuilles métalliques pour cribles, pour tarares, pour jalousies et persiennes, pour garde-manger, etc. En Angleterre, le perforeur ne reçoit pas de salaire, il est payé par les déchets ; à Paris, le prix varie suivant le dessin et les dimensions des feuilles ; en moyenne, le perforage double la valeur du zinc (au poids).

Le zinc se présente encore étiré en tubes et en moulures sur bois ou en métal plein. Les fils de zinc sont, dans tous les cas, préférables aux fils de fer galvanisé, qui sont toujours cassants à raison de leur faible épaisseur et de l'alliage de fer et de zinc qui se forme. Avec le fil de zinc, on fabrique des toiles métalliques, des cribles, des grillages et même des cordes qui ont sur celles en fil de fer, les avantages d'un poids moindre, de l'inaltérabilité relative et surtout d'une grande flexibilité. C'est là une toute nouvelle application du zinc qui aura probablement du succès.

L'exposition de la Vieille-Montagne renfermait aussi une belle collection de clous de zinc depuis les semences pour tapissiers de près de 9,000 au kil., jusqu'aux clous de bordage de 14 au kil., depuis le prix de 200 francs jusqu'à celui de 75 francs les 100 kilos.

Tous ces objets semblent des bagatelles, on ne s'imagine pas combien il entre de zinc dans la consommation sous des milliers de forme ; on en aura une idée quand on saura que Paris consomme annuellement 80,000 kil., de zinc pour la fabrication de miroirs à barbe que l'on vend de 11 à 35 fr. la grosse de douze douzaines.

Quant aux objets d'art et d'ameublement en fonte de zinc, on n'est pas encore parvenu à leur donner, en France, cette

pureté de forme qui peut se passer du burin réparateur. Le zinc se prête peu à la fonte ; les quelques pièces que nous offre l'exposition ont tout leur mérite dans la retouche.

Le zinc trouve encore un débouché dans la fabrication de Thierceville où *M. d'Arlincourt* CUIVRE en rouge, en demi-rouge et en jaune, étame ou plombe des planches de fer et de zinc, à raison de 30 à 35 francs les 100 kil., en sus du prix du zinc ou de la tôle. Les produits de cette usine sont fort beaux ; c'est par l'électricité que ces résultats sont obtenus. Quelles sont les dissolutions employées ? c'est là le secret de *M. d'Arlincourt*. *M. Sorel*, d'une part, et *M. Ruolz*, de l'autre, ont été brevetés pour des dissolutions propres au cuivrage, au zingage, à l'étamage, au plombage, etc. du fer, du bronze ou du zinc. *MM. Bisson et Gaugain*, exposants, obtiennent un dépôt de laiton en substituant aux cyanures, une dissolution dans l'eau de carbonate de potasse, de nitrate d'ammoniaque, de chlorure de cuivre et de sulfate de zinc. La pièce à recouvrir est mise en contact avec le pôle négatif d'une pile Bunsen ; la lame positive décomposante est évidemment une plaque de laiton. Pour le bronzage, on remplace cette dernière par une plaque de bronze et le sel de zinc dans la dissolution, par un sel soluble d'étain.

Un autre exposant, *M. Gosselin*, est arrivé par hasard à obtenir sur du zinc une véritable couleur d'or, dans une *liqueur de laiton*, donnant ordinairement une teinte jaune pâle. Ce fait s'est reproduit plusieurs fois, mais sans le concours de la volonté de l'opérateur qui n'a pu encore saisir les conditions de cette modification.

PLOMB.

Tous les tuyaux de plomb se font aujourd'hui sans soudure, à l'instar du macaroni ; dès lors, rien n'est plus simple que de leur donner une longueur indéfinie. Outre un semblable tuyau de 1,000 mètres de longueur, M. *David* a exposé un tuyau de

plomb étamé à l'intérieur et à l'extérieur par la même opération qui a formé le tuyau. Voici en peu de mots en quoi consiste cette fabrication : on sait que pour faire les tuyaux ordinaires continus, du plomb fondu est placé dans un cylindre en fonte ; un piston mû par une presse hydraulique, ou même par un manége, fait sortir ce plomb par une filière pratiquée dans le fond du cylindre et qui donne la forme extérieure au tuyau ; la forme intérieure lui est donnée par un mandrin maintenu par des brides à l'intérieur du cylindre ou quelquefois fixé au piston lui-même. Le cylindre est entouré de charbons allumés pour maintenir le plomb à une température telle qu'il ne se fige qu'à la sortie ; le tuyau ainsi formé est enroulé au fur et à mesure de sa production. Certains fabricants veulent que le cylindre soit horizontal, d'autres le préfèrent vertical et placent la filière soit au haut, soit au bas du cylindre. Comme il est presque toujours inutile d'obtenir des tuyaux d'une très grande longueur, que leur poids rend alors peu maniables, la plupart des fabricants ne font que des tuyaux d'une seule cylindrée, qui est ordinairement de 100 kil.

L'étamage s'obtient en faisant arriver de l'étain fondu à la surface du tuyau au moment de sa formation ; l'étirage achève l'opération. Pour l'étamage extérieur, une petite gorge est creusée dans la filière, l'étain y arrive en quantité suffisante et à la température convenable, par plusieurs petits canaux; pour l'étamage intérieur, l'étain fondu arrive de même par l'intérieur du mandrin qui, dans ce cas, doit toujours être fixé au cylindre et non au piston.

La grande difficulté de cette fabrication, c'est de maintenir les différentes parties de la machine à la température convenable.

MOTEURS.

Moulin à vent.— *M. Berton* a imaginé de remplacer les toiles des moulins à vent par une combinaison de planchettes mobiles dont on peut varier facilement la surface en tournant

une manivelle. Les rayons des volées portent des traverses mobiles autour des boulons qui les fixent aux rayons ; les planchettes superposées les unes aux autres sont adaptées aux traverses de la même façon. De sorte que l'ensemble forme un grand parallélogramme dont les angles sont variables et dont la surface est d'autant plus grande qu'il se rapproche davantage du rectangle. Chacune des ailes ainsi construite est articulée au centre du moulin avec une crémaillère qui engrène avec une roue centrale ; celle-ci est mise en mouvement par un pignon muni d'une manivelle. La manœuvre est donc très simple, puisqu'il suffit de tourner cette dernière, pour diminuer ou augmenter presqu'instantanément la surface de toutes les ailes à la fois.

Moteurs hydrauliques.—Cette partie de l'exposition n'est pas bien riche. Nous passerons sous silence une belle *turbine-fontaine* qui ne présente aucune disposition nouvelle et nous dirons seulement quelques mots de la roue à aubes emboîtée dans un coursier annulaire dont un modèle en petit orne l'exposition de *M. Calla*. La roue est verticale, elle forme un cylindre de faible hauteur dont les bases sont pleines et bien dressées ; les palettes elliptiques sont adaptées en dehors de la circonférence et se meuvent dans un coursier annulaire en ciment romain dont la partie supérieure est évasée pour faciliter l'entrée de l'eau qui la recouvre toujours. Le corps de la roue passe entre deux plaques de fonte qui forment un appendice au coursier. L'eau n'agit donc, dans une telle roue, que par son poids ; pour diminuer la résistance, les palettes sont taillées *en proue* par dessous. Plusieurs roues semblables sont établies et fonctionnent ; on annonce qu'elles donnent un effet utile de 80 p. c. Je n'ai trouvé nulle part de traces d'essais faits sur ce système, mais il me paraît qu'un semblable résultat ne peut être obtenu qu'avec une construction si soignée que les difficultés d'établissement ne permettront guère l'emploi d'une roue de ce genre.

M. Girard a inventé une machine à colonne d'eau, dont il

attend plus de 94 p. c. d'effet utile. Son *moteur-pompe*, comme il l'appelle, consiste en un cylindre vertical mis en communication par le haut avec la retenue d'un cours d'eau, par le bas avec un canal de fuite. Un piston, muni d'une soupape annulaire s'ouvrant de bas en haut, se meut dans ce cylindre, au bas duquel est placée une soupape semblable. Ces deux soupapes sont maintenues ouvertes par des ressorts à boudins, quand une pression supérieure n'agit pas sur elles. Pour comprendre le jeu de l'appareil, supposons le piston près d'arriver au haut de sa course ; sa soupape vient buter contre un arrêt porté par une tige creuse qui enveloppe celle du piston ; elle se ferme. La course se termine par l'effet d'un volant à contrepoids et détermine, dans le cylindre, une aspiration qui suffit pour ouvrir la soupape inférieure. Le piston redescend avec la charge d'eau de la chute jusqu'à ce qu'il vienne fermer, par un butoir, la soupape inférieure, un peu avant la fin de la course descendante. Pendant que celle-ci s'achève, la soupape du piston s'ouvre par l'effet de la compression de l'eau, et est maintenu en cet état par le ressort à boudins, pendant que la quantité de mouvement emmagasinée par le volant fait remonter le piston pour recommencer le même jeu. Tout l'artifice consiste, comme on le voit, à fermer à contre-temps les deux soupapes et à les maintenir ouvertes par des ressorts. A la complication de cette machine, on juge de la difficulté et du coût de son entretien, ainsi que des causes nombreuses de dérangement qui la feraient probablement proscrire, quand même l'action utile de la chute y serait aussi grande que l'annonce l'inventeur.

Machines à vapeur.— Le nombre des moteurs à vapeur qui encombrent les galeries de l'exposition, est grand ; mais à quelques exceptions près, ils n'offrent rien de neuf; beaucoup de ces machines présentent même des dispositions assez malheureuses. Cela n'est pas étonnant, car, en France comme en Belgique, il n'est pas de si mince mécanicien qui ne construise des machines à vapeur et qui ne trouve des chalands

alléchés par un prétendu bon marché qu'ils ne tardent pas à trouver beaucoup trop cher.

En première ligne figurent les deux machines à vapeur qui se sont partagé le prix de 10,000 fr. proposé par la société d'encouragement pour une machine ne consommant que 1 kil. 50 de houille à l'heure et produisant sur l'arbre moteur un effet utile de 30,000 kilomètres par kilogramme de vapeur dépensée. L'une de ces machines est due à *M. Farcot*, de Paris, l'autre, à *MM. Legavrian, et Farinaux*, de Lille. Voici les principaux résultats des essais auxquels s'est livré sur ces deux machines, le comité des arts mécaniques de la société d'encouragement :

	Farcot. — kil.	Legavrian et Farinaux. — kil.
Houille consommée par cheval et par heure	1,320	1,261
Eau consommée par kilog. de houille	7,425	6,324
Travail disponible sur l'arbre par kilog d'eau	27,370	33,851

Constatons cependant que le mérite de ces résultats revient autant aux dispositions des générateurs de vapeur qu'au perfectionnement des machines elles-mêmes. La chaudière de MM. Legavrian et Farinaux, munie de *huit* bouilleurs latéraux, était en outre placée dans un local fermé dont la température restait assez élevée. Dans la chaudière de M. Farcot, l'eau d'alimentation n'arrive à la chaudière elle-même qu'après avoir parcouru *quatre* bouilleurs latéraux, placés dans autant de carnaux que la flamme et la fumée parcourent en sens inverse du mouvement de l'eau.

La machine Farcot a été établie pour mouvoir les pompes du dépotoir de la Villette qui doivent refouler jusqu'à Bondy les eaux-vannes des vidanges de Paris ; un dessin seul la représentait à l'exposition. En deux mots, c'est une machine du système de Woolf, à deux cylindres isolés, agissant vers la

même extrémité d'un balancier. Chaque cylindre est entouré d'une enveloppe dans laquelle circule la vapeur arrivant directement de la chaudière. Ces enveloppes elles-mêmes sont revêtues d'une chemise en tôle qui maintient une couche épaisse de fraisil de charbon de bois. Les couvercles sont doubles et sont baignés par de la vapeur à la température de la chaudière ; il en est de même des fonds des cylindres.

Jusque dans ces derniers temps, lorsqu'on adoptait les cylindres à double enveloppe, c'était presque toujours pour y faire arriver la décharge ; c'était une grave erreur à laquelle il faut attribuer en grande partie le peu de succès de cette disposition. Il est évident que la vapeur qui a produit son effet dans le cylindre se trouve à une température moins élevée que la vapeur qui arrive directement de la chaudière et qu'elle contribue à refroidir cette dernière. Toutes les machines que nous avons vues, construites ou en construction chez M. Farcot, sont munies d'un cylindre à double enveloppe, dans laquelle il fait circuler la vapeur avant de l'admettre sous le piston.

Dans la machine du dépotoir, la décharge sous chacune des faces du piston, s'effectue par des tuyaux séparés. La vapeur, dans son trajet d'un cylindre à l'autre, traverse l'appareil de M. Combes, pour intercepter l'échappement avant la fin de la course.

La machine de MM. Legavrian et Farinaux est remarquable à plus d'un titre ; le but de ces constructeurs était de simplifier la machine de Woolf, d'en diminuer le poids et, par conséquent, le prix, tout en conservant la solidité, la régularité de mouvement et l'économie de combustible qui caractérisent ce système. Voici de quelle manière ils y sont parvenus :

Les deux cylindres sont complétement séparés ; ils sont placés de côté et d'autre de la roue d'engrenage qui remplace le volant ; la machine n'a pas de balancier ; les tiges des pistons agissent directement sur l'arbre moteur. Une première détente de la vapeur a lieu dans le petit cylindre, où la vapeur n'est admise que pendant les 4/10 de la course ; la seconde

détente s'effectue dans un cylindre dont la section est quatre fois plus grande que celle du premier. Dans la machine ordinaire de Woolf, les deux pistons et les tiroirs ont une marche simultanée ; il en résulte une réaction de la vapeur sur le premier piston. Dans la machine Legavrian, la manivelle du grand cylindre a une avance de 22° $^1/_2$ sur celle du petit ; il en est de même du tiroir, de sorte que, quand la vapeur sort du petit cylindre, avec une avance à l'échappement, elle trouve complétement ouvert le tiroir d'admission du grand cylindre. Cette avance d'une manivelle sur l'autre présente encore l'avantage de compenser leurs points morts ; c'est ce qui a permis de supprimer le volant et de le remplacer par la roue dentée de moyenne grandeur qui transmet, à la hauteur convenable, la force motrice aux arbres de communication de mouvement.

La machine Legavrian est disposée de façon qu'on peut ne faire fonctionner qu'un seul cylindre, le petit ou le grand, à volonté ; on comprend aussi qu'il n'y a pas d'obstacle à ce qu'on la dispose horizontalement.

La distribution y est réglée par une tige formée de deux parties filetées en sens inverses ; on écarte ou on rapproche les éléments du tiroir de détente en tournant l'écrou qui réunit les deux parties de la tige.

Le prix de cette machine ne dépasse pas 850 fr. par cheval nominal.

MM. Varral, Middleton et Elwell ont exposé une petite machine à vapeur parfaitement combinée ; elle est destinée à élever les eaux d'alimentation dans les stations des chemins de fer. La machine est à simple effet ; le cylindre vertical est placé sur une plate-forme qui recouvre les pompes. Le couvercle supérieur est une espèce de cloche en fonte très élevée au dessus du cylindre; la boîte-à-étoupes renferme une longue douille en bronze pour maintenir la verticalité de la tige du piston, disposition rendue nécessaire par l'absence d'autres guides. La tige du piston porte une crosse aux extrémités de

laquelle sont attachées les tiges des pompes. Une cataracte règle le nombre de coups. La descente du piston est réglée par un contre-poids dont on fait varier la position sur le bras d'un levier, suivant les variations de la résistance.

M. Farcot a aussi exposé la *machine à colonne*, d'origine anglaise, dont il partage la spécialité avec *M. Alexander*. Cette machine est à moyenne pression, à condensation et à détente variable par le modérateur à boules ; une enveloppe entoure le cylindre venu avec elle ; le cylindre est enterré et surmonté d'une colonne creuse qui enveloppe en grande partie le système de parallélogrammes combiné, soit pour conduire la tige du piston, soit pour faire marcher la pompe à air et la pompe d'alimentation ; les points d'appui sont tous pris sur la colonne ; la corniche de celle-ci supporte le tourillon de l'arbre moteur près de la manivelle. Cette disposition très élégante, offre de la solidité et occupe peu de place ; mais, outre le grand poids de la machine, elle présente l'inconvénient d'une distribution presqu'inaccessible.

Une jolie machine *locomobile* de *M. Rouffet* attirait aussi les regards. Sa force est de deux chevaux, elle pèse 500 kil., sans l'eau, 680 kil., avec l'eau dans la chaudière. Sa longueur totale est de 2^{m}20; la chaudière renferme trois tubes en cuivre de 10 centimètres de diamètre repliés trois fois dans le sens vertical et sur toute la longueur de la chaudière. La grille est à charnière ; le foyer est disposé pour brûler du coak. Le cylindre est placé dans la boîte-à-fumée.

C'est ici le lieu de parler de l'invention de *M. Du Trembley* qui consiste à utiliser la condensation de la vapeur d'eau pour vaporiser un autre liquide qui doit remplir les conditions suivantes : bouillir à une température qui ne doit pas dépasser 72° C, ne pas se décomposer au dessous de 120°, ne pas attaquer les métaux qui composent la machine et enfin, autant que possible, ne pas donner lieu à des mélanges explosibles ou inflammables. Les liquides, industriellement applicables, qui remplissent ces conditions ne sont jusqu'aujourd'hui qu'au

nombre de deux : le *chloroforme* et le *chlorure de carbone*. *L'éther sulfurique* serait bien préférable, n'était son inflammabilité; aussi a-t-il servi aux premiers essais des machines de M. Du Trembley et leur a-t-il valu le nom de *machines-à-éther*.

Cette machine marche donc *à vapeurs combinées*, c'est-à-dire que la vapeur d'eau agit dans un cylindre, la vapeur auxiliaire, dans l'autre. Ces deux cylindres peuvent être accolés, comme dans la machine de Woolf; isolés et sur le même axe, comme dans la machine horizontale qui figure à l'exposition, où conjugués sous un certain angle, comme dans les machines construites pour la navigation.

La vapeur d'eau est produite et employée comme dans les machines ordinaires à condensation ; elle est condensée dans le *vaporisateur*, boîte en tôle renfermant un certain nombre de petits tubes métalliques qui contiennent le liquide à vaporiser, éther, chloroforme ou chlorure de carbone. Cette vapeur auxiliaire est amenée sous le piston du deuxième cylindre ; après son action, elle se rend dans un *condenseur*, disposé comme le *vaporisateur*, dans lequel le liquide condensé est renvoyé par une pompe.

Les adversaires de ce système demandent quel avantage il peut y avoir à employer la vapeur détendue à chauffer de l'éther ou tout autre liquide, au lieu de l'appliquer directement sur de grandes surfaces de piston et de la condenser ensuite; leur principale objection consiste dans la perte inévitable d'une substance volatile, coûteuse et d'un emploi quelquefois dangereux. A cela, l'inventeur répond qu'il obtient de la sorte des vapeurs qui ont, à la même température, une force élastique plus grande; quant à la perte, elle a été justifiée, pendant 18 mois de marche, avoir été de trois quarts de litre par jour, soit pour 1 fr. 90 centimes de chlorure de carbone, pour une machine de 25 chevaux, travaillant douze heures par jour.

Trois machines à vapeur combinées existent et fonctionnent

depuis 6 à 18 mois ; mais l'une étant à Lyon, une seconde à Lorient et la troisième à Londres, nous n'avons pu nous procurer de renseignements authentiques sur leur marche. Il en existe bien une à Paris chez M. Philippe, mécanicien, mais elle n'a servi qu'à quelques essais peu heureux et elle est reléguée depuis lors dans un coin des ateliers. Si l'expérience se prononce en faveur de la possibilité d'application du système des *vapeurs combinées*, il présentera une réduction de près de moitié dans la consommation du combustible et la suppression de la moitié des chaudières, remplacées, il est vrai, par les appareils de vaporisation et de condensation du liquide auxiliaire.

Les boîtes-à-étoupes sont remplacées dans les cylindres et les pompes de cette machine par une disposition ingénieuse ; elle consiste en un cuir ou en une feuille de métal très mince, ficelée autour de la tige du piston ; l'espace compris derrière cette feuille est rempli d'eau ou d'huile que l'on maintient à une pression supérieure de $^1/_2$ atmosphère à celle de la vapeur dans le cylindre, au moyen d'une pompe spéciale.

L'exposition présente deux belles *locomotives:* l'une, du système *Crampton*, sort des ateliers de *MM. Derosne et Cail;* l'autre destinée aux trains de marchandises, est due à *MM. Gouin et Cie*.

On sait ce qui distingue la locomotive-Crampton ; c'est la position des roues motrices derrière la boîte-à-feu, combinée avec l'emploi de cylindres extérieurs, ce qui permet d'abaisser la chaudière et, par conséquent, le centre de gravité de la locomotive, en conservant aux roues motrices, un grand diamètre. Une pareille disposition permet donc d'augmenter la vitesse, sans diminuer la stabilité et en rendant moins sensibles les mouvements oscillatoires et de lacet. L'abaissement de la chaudière permet encore de lui donner une plus grande surface de chauffe, sans affecter davantage le centre de gravité. Ainsi, d'une part, plus de stabilité et un entretien plus facile, d'autre part, une puissance plus considérable, tels

étaient les avantages qu'on attendait de ce système. On reproche, d'un autre côté, à la locomotive-Crampton, d'être trop pesante, de déterminer la prompte usure de la voie et des bandages des roues, à cause du grand éloignement des essieux qui occasionnent des frottements plus durs dans les courbes. Quoiqu'il en soit, si les administrations de plusieurs chemins de fer ne veulent pas employer ce système, le chemin de fer du Nord, qui en a fait l'expérience depuis plusieurs mois pour ses convois à grande vitesse, vient encore de commander plusieurs locomotives-Crampton à MM. Derosne et Cail. Il paraît que le chemin de fer de Strasbourg vient aussi de se décider en faveur de ce système.

La locomotive de *MM. Gouin et Cie* est du système Stéphenson, à roues couplées à l'avant et à détente variable; les cylindres sont renfermés dans la boîte-à-fumée. Le diamètre des roues est de 1m60; l'écartement des essieux extrêmes n'est que de 4m23; un ressort transversal unique à l'arrière permet de donner plus de largeur à la boîte-à-feu, ce qui porte à plus de 8 mètres carrés la surface de chauffe directe. Cette machine est bien proportionnée et ses formes sont des plus élégantes, bien différente en cela de la locomotive-Crampton. Les longerons sont en fer et forgés d'une seule pièce avec les plaques de garde.

Nous croyons avoir terminé la revue des machines à vapeur complètes; il nous reste à examiner quelques organes; nous commencerons par les systèmes de *détente*. *M. Trésel* a perfectionné celui qu'il avait déjà exposé en 1844. Le mécanisme en est très simple; il consiste en deux tiroirs juxtaposés sans ressort, ni touche d'arrêt; ils sont maintenus par la pression de la vapeur. L'un sert à la distribution tant en dessus qu'en dessous du piston; l'autre est le tiroir d'arrêt qui ferme le passage au moment fixé. Ils sont mis en mouvement par deux excentriques à trois angles arrondis, indépendants l'un de l'autre. L'excentrique de distribution se meut dans un cadre rectangulaire; le second, dans un cadre formé de quatre

courbes qui varient et se calculent d'après la longueur de la bielle, le rayon de la manivelle et l'épaisseur du piston. Ces courbes sont, en outre, destinées à racheter une différence de position du piston par rapport à sa course dans la marche ascendante et dans la marche descendante, lorsqu'on fait faire une révolution à la manivelle. Cette différence, due à l'obliquité de la bielle, est très considérable, comme on peut s'en assurer par une simple épure. La combinaison des courbes de l'excentrique de M. Trésel permet donc l'admission d'une quantité égale de vapeur des deux côtés du piston; les mêmes courbes ont encore pour but de remédier à la différence des surface de l'un et de l'autre côté du piston, résultant de l'emplacement de la tige.

Pour que la détente soit variable pendant la marche de la machine, M. Trésel a rendu l'excentrique du tiroir de détente fou sur l'arbre, avec lequel il est relié par une courbe dont une des extrémités est fixée à l'excentrique et dont l'autre se meut dans une glissière graduée que porte l'arbre. Pour faire varier l'expansion, il suffit de tourner une petite manivelle qui commande une vis passant par la seconde extrémité de la courbe en question; on change ainsi la position relative de l'excentrique et du cadre auquel est fixée la tringle du tiroir, par rapport à la position du piston.

Résumons avec M. Trésel, les avantages que présente son système de détente :

1° Obtenir une détente rationnelle, en introduisant le même volume de vapeur des deux côtés du piston.

2° Faire arriver la vapeur dans le cylindre par le plus court chemin, sans avance au tiroir, ni déviation, ni division, comme sans rétrécissement des ouvertures et, par conséquent, sans détente préalable à son effet utile.

3° Admettre la vapeur sur le piston par les ouvertures d'entrée complétement ouvertes au dixième de la course, quelle que soit la détente.

4° Laisser l'orifice de sortie toujours en communication

avec l'une ou l'autre entrée, de sorte qu'il y ait avance à l'échappement.

5° Admettre la vapeur à volonté pendant toute la course, et permettre de faire varier la détente pendant celle-ci.

Nous ne ferons que citer le distributeur à détente variable de *M. Farcot*, ce constructeur ayant lui-même donné la description de son système dans les Annales des mines (4e série, T. 7). Les arrêts de la glissière de détente sont réglés par une touche portant une double came en développante, de la position de laquelle dépend la durée de la détente. On y donne une courbure différente aux deux côtés de la double came pour que les mêmes quantités de vapeur soient admises en dessus et en dessous du piston, indépendamment de l'obliquité de la bielle. Habituellement, M. Farcot fait varier la détente par le modérateur à boules ; cette disposition est généralement goûtée.

Plusieurs systèmes de *régulateurs* étaient réunis dans les salles de l'exposition.

Le *régulateur-Molinié* est le plus ancien ; tout le monde sait qu'il consiste en un réservoir en cuir, dans lequel deux soufflets, mus par le moteur à régler, injectent de l'air en quantité correspondante à la vitesse du moteur ; un ou plusieurs orifices règlent avec beaucoup de sensibilité l'écoulement de cet air. Dès que la vitesse du moteur augmente, l'air s'emmagasine dans le récipient et en soulève le fond qui agit, par une communication de mouvement, sur la valve d'admission de la vapeur ou sur la vanne d'admission de l'eau, si le moteur est hydraulique. Des expériences de M. Combes et de M. Saulnier ont reconnu à cet appareil une grande puissance de règlement ; il peut ramener à sa vitesse constante, à 1/20 près et en quelques secondes, un moteur auquel on enlève tout-à-coup sa charge entière.

MM. Legavrian et Farinaux ont modifié ce régulateur en ce sens qu'ils ont remplacé les soufflets par des pistons métalliques.

Le régulateur de *M. Larivière* est aussi basé sur le même principe; l'air est injecté par une pompe à double effet, sous le piston d'un autre cylindre plus petit, percé de plusieurs ouvertures qu'on ferme plus ou moins; c'est ce petit piston qui sert à régler l'admission de la vapeur.

M. Pecqueur a exposé un régulateur à mouvement différentiel qui exige l'emploi d'un pendule conique. Il est impossible, sans l'aide du dessin, de décrire les dispositions de ce mouvement différentiel assez compliqué; tout ce qu'on peut en dire, c'est que le pendule est monté à frottement doux sur un arbre commandé par le moteur; ce pendule, en s'ouvrant par suite d'une accélération de vitesse, force à s'enfoncer plus ou moins dans un bain de sable, les dents de deux râteaux qui servent de frein; aussitôt que cette résistance se fait sentir au pendule, le mouvement différentiel commence à agir sur la valve ou le registre d'admission de la vapeur.

M. Langlois a appliqué un mouvement différentiel analogue à un *régulateur à ailettes*.

Tous ces régulateurs ne remplissent pas parfaitement les conditions qu'on est en droit d'en attendre; il faut un certain temps pour que ces appareils apportent remède à un état de chose qu'ils devraient pouvoir empêcher; ils ne peuvent que limiter dans une certaine mesure les oscillations autour du point où l'on veut maintenir la vitesse du moteur. C'est surtout dans les filatures et principalement dans les filatures de numéros élevés que la régularité de la vitesse du moteur est essentielle à obtenir, quelles que soient les variations de sa charge. Aussi, le *régulateur à pendule* de *MM. Gast et Spetz*, a-t-il été très goûté dans ces établissements, à en juger par les nombreux certificats que lui ont accordés les maisons les plus honorables, bien que cet appareil présente encore, mais à un degré beaucoup moindre, l'inconvénient signalé de ne remédier au mal que quand il est produit et de ne pas savoir l'éviter. Nous ferons tous nos efforts pour donner une description claire de ce régulateur qui est peu connu, quoique

MM. Gast et Spetz en aient établi depuis plusieurs années. La partie efficiente de l'appareil est un pendule dont on règle la longueur suivant le nombre d'oscillations qu'on veut lui faire faire et qui doit être le même que le nombre de tours qu'on veut permettre à un arbre qui reçoit son mouvement du moteur. Le pendule est suspendu par le centre d'un disque vertical portant par derrière un rebord saillant de 1 à 2 centimètres. Ce rebord est interrompu à la partie supérieure du disque, sur une longueur de 3 centimètres environ. L'arbre du moteur commande par un simple engrenage une roue dentée portée sur un arbre placé au dessus du pendule, parallèlement à son plan d'oscillation. Cette roue dentée commande à frottement un engrenage d'angle placé sur un arbre concentrique au premier; au dos de cette roue d'angle est fixé un doigt qui ne lui permet d'achever sa révolution que lorsque le pendule est vertical, parce que, dans toutes les autres positions du pendule, le doigt est arrêté par le rebord du disque dont nous avons parlé. On comprend donc que le nombre de révolutions de notre première roue d'angle est réglé par les oscillations du pendule. Vis-à-vis de la roue au doigt, s'en trouve une autre, de mêmes dimensions, tournant en sens inverse; elle est montée sur un troisième arbre concentrique aux deux premiers, qui reçoit aussi son mouvement du moteur par deux roues et un pignon. Tant que le nombre de tours du moteur est égal aux pulsations du pendule, les deux roues d'angle auront la même vitesse en sens inverse, et un pignon avec lequel elles engrènent toutes les deux, tournera sur son axe; mais cet axe, qui peut se mouvoir dans un plan vertical autour d'un arbre horizontal concentrique aux trois autres, ne changera de position que quand les vitesses des deux roues d'angle ne seront plus les mêmes. Ce dernier arbre est monté à frottement doux dans le troisième dont nous avons parlé; il commande la valve d'admission. Répétons que le mouvement différentiel est ici composé de deux roues d'angles parallèles qui peuvent être

douées de vitesses différentes; elles sont réunies par un pignon qui parcourt une partie de la circonférence des roues en entraînant son axe dans son mouvement de rotation, lorsque la vitesse de l'une des roues d'angle l'emporte sur celle de l'autre. Le plateau de friction est serré contre la roue qui le commande par une espèce de frein à contre-poids.

Le grand inconvénient du régulateur à pendule consiste dans son prix élevé qui n'a permis, jusqu'à présent, de l'appliquer qu'aux moteurs pour lesquels la régularité de la vitesse est une des premières conditions à remplir.

Passant des machines à vapeur à leurs foyers, nous n'aurons à signaler dans cette partie que la *grille fumivore* de *M. Juckes*. Cette invention, d'origine anglaise, est exploitée en France par *MM. Tailfer et Cie*. Dans cette grille, les barres du foyer forment une chaîne sans fin, articulée et portée sur deux tambours polygonaux; le tambour antérieur reçoit, par une courroie, son mouvement d'un moteur quelconque, ordinairement de la machine que dessert le foyer. La vitesse du mouvement de translation est rendue variable par un cône de poulies; elle doit varier de 1m20 à 2 mètres par heure, selon la qualité du charbon et les autres conditions du foyer. On verse le charbon dans une trémie à l'avant du fourneau; son épaisseur sur la grille est réglée à l'entrée par la porte qui se soulève au lieu de s'ouvrir de côté. Le mâchefer produit est entraîné par la grille et tombe dans un petit chariot en tôle, en passant entre la grille et une saillie de la sole formée par un tube de fonte à circulation d'eau. Une griffe d'embrayage permet au chauffeur de modérer ou d'arrêter tout-à-fait le mouvement de la grille; une manivelle lui sert à la mouvoir à la main en arrière comme en avant. Tout l'appareil est porté sur quatre roues, roulant sur deux rails, de sorte qu'on peut le retirer de dessous la chaudière en cas de besoin.

Les avis sont partagés sur les avantages et les inconvénients de la *grille-Juckes*, les uns trouvent de l'économie dans son emploi, les autres n'en admettent pas; les uns lui reprochent

d'exiger une trop grande surveillance, d'autres lui reconnaissent l'avantage de ne pas en demander.

Un rapport administratif sur des expériences faites à Cherbourg constate une *économie de combustible* de 18 p. c., obtenue par l'emploi de la grille-mobile-fumivore.

Le comité des arts mécaniques de la société d'encouragement lui reconnaît les avantages suivants : son emploi permet d'obtenir une production de vapeur très régulière ; il est favorable à la conservation des chaudières et des fourneaux ; *il simplifie le travail du chauffeur et le rend moins pénible.*

D'un autre côté, il résulte des essais faits à la manufacture des tabacs par M. Combes que l'appareil de Juckes est complétement fumivore ; que de tous les appareils de ce genre, grilles mobiles ou distributeurs mécaniques, la grille de Juckes donne les meilleurs résultats ; que non seulement, on peut y brûler du charbon menu (de moindre valeur), mais que c'est même une nécessité de supprimer les gros morceaux qui n'auraient pas le temps de brûler dans le trajet de la grille ; *qu'il n'y a pas d'économie de combustible ; que la surveillance de la part du chauffeur doit être continuelle et que le décrassage est plus pénible que dans les grilles fixes ;* enfin que le prix élevé de cet appareil est un obstacle à ce que son usage se répande.

Tout le monde sera de ce dernier avis, quand on saura que l'établissement d'une grille-mobile-fumivore coûte de 1,700 à 2,500 francs.

APPAREILS DE SURETÉ.

La France n'a rien à envier à la Belgique, sous le rapport du nombre des inventions destinées à prévenir les explosions des chaudières à vapeur ; malheureusement, là comme chez nous, il en est peu d'efficaces. C'est surtout sur les flotteurs d'alarme que les inventeurs se sont rués, au point que le même système a souvent trois ou quatre auteurs. Aucun de ces appareils ne m'a paru présenter les garanties et la simplicité du *flotteur à marmite* que *M. Fromont* emploie avec succès aux usines de Châtelineaux.

Une marmite en fonte est placée sur la chaudière avec laquelle elle communique par un tuyau dont l'extrémité inférieure s'arrête au niveau le plus bas de l'eau. L'intérieur de la marmite est occupé par un flotteur métallique qui ferme de bas en haut une petite soupape à sifflet portée par le couvercle de la marmite. Quand le niveau de l'eau dans la chaudière est supérieur à l'embouchure du tuyau, la marmite est pleine d'eau, le flotteur est soulevé et la soupape fermée ; si le niveau descend plus bas que l'extrémité du tuyau, la marmite s'emplit de vapeur, le flotteur retombe, la soupape s'ouvre et la vapeur sort en sifflant. Pour diminuer le volume du flotteur, il est équilibré à l'extérieur par un petit poids à l'aide d'un levier. La tige qui, passant à travers le sifflet, réunit ce petit levier à la soupape et au flotteur, sert aussi à s'assurer si l'appareil fonctionne, sans qu'on ait besoin de l'ouvrir. Le *flotteur à marmite*, placé en dehors de la chaudière peut être isolé par un simple robinet ; il est accessible pendant la marche même des chaudières et peut être enlevé et réparé, s'il y a lieu, sans mettre celles-ci hors feu. Sa simplicité est telle, d'ailleurs, qu'il présente fort peu de chances de dérangement. Il ne sifflotte pas non plus continuellement, comme cela arrive à beaucoup d'appareils de ce genre.

Tous les flotteurs d'alarme exposés se rapprochent plus ou moins des systèmes-*Godin* ou *Lemielle*, bien connus de tous nos industriels. Les flotteurs de *M. Bourdon* et de *M. Chaussenot* indiquent sur un cadran ou sur une échelle la hauteur du niveau de l'eau dans la chaudière. La grande longueur que M. Chaussenot donne aux axes de rotation de ses leviers est une disposition très recommandable.

Nous recommandons aussi la soupape de sûreté du même inventeur, qui remplit toutes les conditions qu'on peut exiger de cet appareil. C'est une petite cloche dont le bord a une épaisseur de 1 à 2 millimètres ; le siége de la soupape n'a pas une surface plus considérable. La soupape n'est pas guidée intérieurement ; dans sa tête est pratiquée une cavité conique

dans laquelle appuie un petit bout de tige vertical fixé au levier. Celui-ci a son point de rotation dans le plan horizontal passant par le siége de la soupape; cette condition oblige la soupape à se soulever parallèlement à elle-même et à retomber toujours exactement sur son siége; l'absence de guide intérieur laisse une entière liberté d'échappement à la vapeur. La cloche ne pouvant se lever d'un côté avant l'autre, fonctionne avec infiniment de précision. L'axe de rotation du levier est aussi d'une certaine longueur; il est terminé par deux couteaux, ou bien il joue sur deux pointes; le levier acquiert ainsi une grande mobilité et ne peut pas se permettre d'autre mouvement que la rotation autour de son axe. Il y a longtemps que l'on doit cette soupape à M. Chaussenot; si elle n'est pas ausssi connue qu'elle le mérite, il faut l'attribuer à ce que son prix est un peu plus élevé que celui des soupapes ordinaires et à ce que les constructeurs de machines, qui fournissent ordinairement tous les appareils de sûreté, ne peuvent pas se faire mieux payer quand ils offrent un système meilleur.

L'*indicateur-carillon* de *M. Lemaitre* est destiné à indiquer à chaque instant comment est réglée l'alimentation de la chaudière et à avertir, par une sonnerie, du moment où l'on atteint le maximum de retard que peut comporter la machine pour laquelle il a été construit. Les indications sont données par une aiguille sur un cadran: quand la pompe alimentaire ne fonctionne pas, cette aiguille avance de gauche à droite sous l'influence d'un levier mis en mouvement par une des pièces mobiles de la machine; quand la pompe fonctionne, ce mouvement est annulé par l'effet d'un autre levier qui reçoit son mouvement d'un clapet placé dans le tuyau qui conduit l'eau de la pompe à la chaudière; ce clapet fait un mouvement à chaque injection. La sonnerie est mise en jeu, quand l'aiguille a fait le tour du cadran. L'instrument se remonte de lui-même et n'a besoin d'aucun soin. On voit que ce petit appareil peut rendre de véritables services.

Dans les *tubes-indicateurs* de niveau d'eau de *M. Desbordes*, les deux robinets sont rendus solidaires par une petite bielle; on peut y adapter une perche et les fermer à la fois sans approcher de la chaudière, ce qui est toujours difficile quand le tube de verre est brisé.

Les divers systèmes de *manomètres* se font aussi une rude concurrence ; presque tous ont été imaginés pour donner au manomètre à air libre, qu'exigent les règlements administratifs, moins de hauteur et des formes plus commodes.

Les uns sont composés d'un syphon renversé ; l'une des branches, dont une partie est un tube de verre, est d'un diamètre plus considérable que l'autre ; de sorte que les oscillations du mercure dans le tube en verre sont beaucoup moins considérables que dans l'autre branche, ce qui permet de réduire considérablement l'échelle de l'instrument. Ces manomètres sont simples et peu dispendieux ; on leur reproche avec raison d'être moins sensibles que le manomètre à air libre ordinaire. Parmi ces manomètres à divisions raccourcies, les uns marquent de bas en haut, c'est alors la large branche qui communique avec l'atmosphère ; les autres marquent de haut en bas, c'est alors la branche étroite qui débouche à l'air.

D'autres manomètres sont formés d'un tube de verre de 40 à 50 centimètres de hauteur, débouchant par son bout inférieur dans une cuvette de fonte d'un diamètre beaucoup plus considérable ; la colonne de mercure indicatrice est supportée par une rondelle en caoutchouc et par un petit piston qui porte un petit bout de tige qui se meut à frottement dans la garniture de la cuvette. C'est la tête de cette tige qui reçoit la pression de la vapeur par l'intermédiaire d'une seconde membrane de caoutchouc et d'un peu d'eau, destinée à préserver cette dernière. On comprend que la vapeur exerce une certaine pression sur une petite surface, celle de la section de la tige ; que cette pression se transmet sans altération sur une surface plus grande,

celle du piston et que, si cette surface est, par exemple, 20 fois plus grande que la première, le mercure ne recevra, par unité de surface, que la vingtième partie de la pression de la vapeur sur la même unité ; la hauteur de la colonne indicatrice sera donc réduite dans la même proportion.

Cet appareil est d'une construction simple, son prix n'est pas plus élevé que celui des manomètres ordinaires. On peut lui faire, comme aux précédents, le reproche d'être peu sensible ; en outre, le caoutchouc est facilement traversé par l'eau ou par le mercure, ce qui rend cet instrument inexact.

En France, où l'on rencontre un grand nombre de machines à haute pression (de 5 à 7 atmosphères et même au delà), ces modifications ont une certaine importance ; elles en ont moins pour nos usines, où la pression de la vapeur ne dépasse presque jamais 3 où 4 atmosphères ; dans ces conditions-là, le manomètre à branches de même diamètre n'est pas encore un instrument incommode.

OUTILLAGE.

C'est avec bonheur que nous constatons qu'un Belge, *M. Decoster*, est un de ceux qui ont le plus contribué à rendre aussi brillante cette partie de l'exposition. M. Decoster, qui a commencé sa carrière comme simple ouvrier, est maintenant à la tête d'immenses ateliers qui ont fourni plus de la moitié des machines à filer le lin que l'on compte en France. On lui doit des améliorations nombreuses dans toutes les parties dont il s'est occupé et, pour rentrer dans notre sujet, nous dirons surtout que les petits ateliers lui doivent des actions de grâce pour le grand nombre d'outils ingénieux dont il les a dotés. M. Decoster, est du petit nombre des exposants qui ne craignent pas que leurs prix soient connus; le poids et le prix de chacune de ses machines étaient indiqués par un écriteau ; cela a dû lui répugner d'autant moins, que ses prix sont généralement moins élevés que ceux de ses confrères.

Je ne pourrai pas citer, ni surtout décrire sans l'aide du dessin, toutes les dispositions plus ou moins ingénieuses que présentent les machines-outils ; d'ailleurs, il est rare aujourd'hui qu'on invente quelque chose dans cette partie : tout au plus peut-on modifier ou perfectionner les machines qui existent. Je ne m'arrêterai qu'aux plus saillantes.

Comme nous l'avons déjà dit, les bâtiments de l'exposition ne renferment pas de marteau-pilon à vapeur ; en revanche on y rencontre plusieurs systèmes de marteaux verticaux destinés à la petite forge.

La *machine à forger* de *M. Decoster* est un marteau vertical à cames mues par courroie. Pour faire varier le nombre des coups, M. Decoster a appliqué à son marteau le mouvement différentiel qu'on remarque dans certaines machines à filer le lin ; un frein agit sur l'arbre des cames pour en diminuer la vitesse; le système différentiel à plateau de friction permet la transmission du mouvement du moteur à des vitesses différentes. Il est malheureux que cet effet soit obtenu par une complication d'engrenages qu'on ne saurait trop éviter dans une machine qui doit subir des chocs continuels, comme un marteau. Le marteau de M. Decoster est muni de l'enclume à pans portée sur deux tourillons, au moyen de laquelle on peut augmenter et diminuer la hauteur de chute.

Le marteau vertical de *M. Farcot* ne présente rien de remarquable ; c'est aussi un marteau à cames mû par courroies ou par une machine spéciale.

Sous tous les rapports nous préférons infiniment le marteau-pilon construit par *M. J. Schmerber* de Mulhouse ; nous le recommandons vivement à nos ingénieurs. Nous avons rapporté des croquis des différents marteaux qu'établit M. Schmerber et nous avons déjà eu le plaisir de nous les entendre demander par un de nos premiers établissements de construction qui se propose d'appliquer chez lui ce système.

Le marteau-Schmerber est soulevé par une came qui agit sous le centre de gravité de la masse, c'est-à-dire dans une rainure longitudinale du marteau. Le choc de la came est

amorti par une série de rondelles de caoutchouc vulcanisé ; le rabat est aussi formé par des ressorts semblables. Dans son système de petits marteaux à courte levée, M. Schmerber n'emploie qu'une série de ressorts qu'il place dans le beffroi au dessus du marteau ; une vis permet de régler leur position relativement à la levée.

Les ressorts en caoutchouc vulcanisé peuvent avoir une durée moyenne de six mois ; mais ils ont besoin d'être nettoyés tous les jours. Il faut donc qu'ils soient facilement accessibles et que la fermeture de la boîte qui les renferme ne souffre pas des chocs réitérés que subit la machine ; le mode le plus convenable est une simple fermeture à baïonnette, sans vis, ni écrous.

Les variations de vitesse s'obtiennent très simplement en faisant passer plus ou moins la courroie de la poulie fixe sur la poulie folle. On peut arrêter instantanément le marteau au haut de sa course, en agissant sur un levier.

M. Schmerber établit des marteaux de 10 à 100 kil., donnant 300 à 600 coups par minute, des marteaux de 50 à 200 kil., pour aller de 150 à 300 coups et enfin d'autres plus forts, jusqu'à 600 kil., pouvant donner jusqu'à 150 coups à la minute.

On nous saura peut-être gré de faire connaître les prix que M. Schmerber demande de ses marteaux :

Un marteau de	50	kilogrammes	1,800	francs.
	100	»	3,000	»
	150	»	4,000	»
	200	»	4,500	»
	300	»	6.000	»
	400	»	7,000	»
	500	»	8,000	»

Il est à peine nécessaire de faire observer que ces chiffres comprennent un droit de brevet dont nous ne connaissons pas la quotité, mais qui doit être assez élevé.

M. Decoster appelle *étau-limeur* une machine à raboter les plus petites pièces pour lesquelles elle remplace le burin et la lime. La pièce y est saisie par les mâchoires d'un étau qui se rapprochent au moyen d'une vis de manière à rester bien parallèles. On peut adapter à la même machine un mandrin pour raboter les pièces rondes. Avec cet outil on peut confier au premier venu l'achèvement des clavettes, des coins, des clefs et autres menus objets.

Le même constructeur munit ses *machines à percer* d'un *plateau universel* qui peut prendre toutes les positions possibles à partir de l'outil jusqu'au sol, de manière à ce qu'on puisse y disposer rapidement des pièces de toutes formes et de dimensions très variées. Le plateau peut encore s'effacer pour permettre d'enterrer une partie des pièces trop longues.

Cette même machine peut devenir une machine à aléser par un demi-tour qu'on fait effectuer à la plate-forme. Cet outil très commode et d'un prix peu élevé, se rencontre actuellement dans un grand nombre d'ateliers.

M. Decoster est, pensons-nous, le premier qui ait employé, dans les *machines à planer*, un outil qui se retourne au bout de sa course pour la reprendre en sens inverse pendant le retour soit du chariot, soit de la plate-forme. Il résulte de cette disposition une grande économie de temps ; l'expérience est d'ailleurs venue démentir la crainte manifestée par quelques hommes compétents, que la précision d'ajustement qu'exige l'outil tournant ne soit un obstacle à son admission dans les ateliers.

Dans le *tour double* à tourner les roues de waggons sur leurs collets, du même, il n'y a plus d'excentration possible : l'essieu des roues est porté sur ses tourillons au moyen de deux paliers à coussinets fixés sur les plateaux du tour.

Pour en finir avec M. Decoster, regrettons qu'il n'ait pas trouvé de place pour exposer sa machine à fabriquer les bois de fusil et sa machine à tailler la pierre et le marbre, et mentionnons son *palier-graisseur* qui se graisse seul, d'une ma-

nière continue et sans le secours de l'ouvrier. Le palier renferme un petit réservoir d'huile placé en dessous du tourillon et dans lequel plonge une petite chaînette sans fin, mue par l'arbre à lubrifier. Cette chaînette amène de l'huile au haut du palier et la déverse dans quatre petits canaux qui la distribuent sur différents points du tourillon. On voit que ce graissage n'exige aucun soin, qu'il suffit de renouveler l'huile à de longs intervalles ; on remarquera aussi que le graissage s'effectue avec une abondance proportionnée à la vitesse du tourillon, c'est-à-dire proportionnée au besoin. L'huile en excès retombe directement dans le réservoir.

A propos de graissage, n'oublions pas les *burettes inversables* de *M. Bouhon*. La forme en est des plus commodes ; c'est un cylindre qui tient très-bien dans la main. Le dessus de la burette s'amincit en un cône, à l'extrémité duquel se visse le tuyau d'écoulement légèrement recourbé. Sur le fond de la burette est soudée une chambre intérieure de forme conique dont le sommet ouvert vient déboucher à l'entrée du tuyau d'écoulement : cette *chambre à air* communique encore avec l'extérieur par un petit tuyau dont l'embouchure est disposée de façon à pouvoir être aisément bouchée avec le doigt. L'huile prend place dans la burette autour de la chambre à air. On conçoit qu'en retournant la burette, on va déterminer l'écoulement de l'huile par le tuyau à ce destiné, pourvu qu'on n'obstrue pas l'entrée de l'air, ce qui devient un moyen de régler l'écoulement. Quand la burette pleine d'huile tombe sur le côté, l'huile n'en sort pas, tant que la position horizontale n'est pas dépassée. Si on a laissé écouler trop d'huile, la burette peut l'aspirer quand on la redresse en lui laissant le bec plongé dans le liquide. L'économie d'huile est réelle, l'instrument est d'un usage plus commode que ceux employés jusqu'à présent, son prix n'est guère plus élevé ; aussi ceux de nos compatriotes que nous avons conduits à plusieurs reprises auprès de l'exposition de M. Bouhon, ont-ils tous fait l'acquisition d'une burette pour en rapporter le modèle en Belgique.

Revenons aux machines-outils ; voici, dans l'exposition de *MM. Derosne et Cail,* un gigantesque tour double pour roues de locomotives et de waggons ; on peut donner aux plateaux vingt-quatre vitesses différentes et les rendre indépendants l'un de l'autre. La *butée* de la pointe mobile est indépendante de la poupée et placée en arrière de manière à être facilement accessible et aisément remplacée en cas d'usure.

Les surfaces frottantes des machines de *M. Calla* sont toutes revêtues du *moiré* employé depuis longtemps pour augmenter l'adhésion et éviter le grippement dans les tiroirs des machines à vapeur. On sait que ce moiré s'obtient en substituant au travail de la lime, celui d'un grattoir avec lequel on polit sans peine les surfaces qui sortent de la machine à planer.

Les machines-outils de *MM. Huguenin*, *Ducommun* et *Dubied* se distinguent par une grande simplicité, par l'économie de leur construction et par quelques dispositions bien conçues, au nombre desquelles nous citerons le mécanisme très simple, dont est muni un tour à chariot, qui donne à l'outil des mouvements en huit sens différents et qui permet de fileter ou de tourner indifféremment de droite à gauche et de gauche à droite. Citons surtout la disposition adoptée pour leurs machines à mortaiser, qui éloigne la pièce de l'outil pendant que celui-ci remonte. Cet effet s'obtient très facilement en faisant basculer le plateau autour d'un axe horizontal, au moyen d'un excentrique porté par l'arbre supérieur. La pièce reprend sa position au moment où l'outil va redescendre pour l'entamer de nouveau. Cette disposition soulage l'outil, lui conserve son tranchant et donne un travail plus parfait. Le burin est maintenu, comme d'habitude, par deux vis dont l'effet n'est pas toujours sûr ; ces constructeurs y ajoutent une coulisse à double crémaillère dans laquelle on place un coin qui sert de point d'appui à la tête de l'outil.

MM. Festugières et Cie ont exposé le laminoir dont ils se servent pour fabriquer d'une seule pièce les cercles de roues de waggons. Le cylindre femelle fait avancer horizontalement

une pièce droite en fonte qui doit donner la forme extérieure au bandage qui s'enroule de lui-même sur le cylindre mâle. Je n'ai pu obtenir de renseignements sur les avantages et les défauts que l'expérience peut avoir reconnu à ce mode de procéder, et je me contente, par conséquent, de donner une idée du laminoir sans apprécier la valeur de l'invention.

MACHINES DIVERSES.

Plusieurs machines à auner plus ou moins compliquées ont déjà été exécutées, et presqu'aussitôt abandonnées. Celle qui a le plus de succès est le *rectomètre* de M. Mannier qui offre l'inconvénient d'exiger encore un certain travail et une grande attention de la part de l'ouvrier qui le dirige. *M. Ruff* (37, rue Fontaine-Saint-Georges, à Paris), a exposé une machine à plier et métrer les tissus, qui ressemble un peu à celle de M. Kœchlin, et qui nous paraît destinée à rendre de grands services aux fabricants. Avec cette machine, le manœuvre, qui peut n'être qu'un enfant, n'a besoin que de tourner une manivelle, lorsqu'une fois l'étoffe est engagée dans l'appareil. L'étoffe est pliée sur une table horizontale et retenue à l'extrémité de chaque pli par une série de *punaises* à trois pointes très fines, qui se soulèvent au moment de saisir un nouveau pli ; l'étoffe est guidée par une double lame, dont un côté est entaillé de manière à laisser agir les punaises, pendant qu'elle maintient le pli ; vers la fin de chaque allée ou venue, cette double lame se retourne de manière à tendre le tissu en le plaçant sous les pointes. La table qui supporte l'étoffe descend au fur et à mesure que celle-ci s'y accumule ; ce mouvement doit varier avec l'épaisseur de l'étoffe ; ce changement se fait très simplement au moyen d'un cône de manchons sur lequel est portée la chaîne qui règle la descente de la table. Un encliquetage, placé sur le côté de la machine, laisse passer, à chaque pli, une dent d'une roue numérotée, sur

laquelle on peut lire immédiatement l'aunage de la pièce qui vient d'être pliée.

Nous avons vu fonctionner plusieurs fois la machine de M. Ruff avec une vitesse d'environ 60 mètres par minute, c'est-à-dire près de quatre fois plus vite qu'un homme pliant à la main.

Cet appareil n'occupe presque pas de place, il coûte 1,200 francs et 100 francs de plus quand on veut pouvoir faire varier la longueur des plis.

Deux constructeurs *M. Rohlfs* et *M. Caron* ont exposé l'*hydro-extracteur*, inventé en 1836 par M. Penzoldt pour essorer les étoffes mouillées, à l'aide de la force centrifuge. Cet appareil peut aussi servir à exprimer les marcs ou résidus, particulièrement dans les fabriques d'huile et dans les raffineries de sucre. On sait que l'hydro-extracteur consiste en un double tambour en cuivre percé de trous, tournant rapidement (1,500 à 1,800 tours par minute) autour d'un axe vertical qui reçoit son mouvement par une manivelle ou une courroie et une série d'engrenages. L'ouvrier qui manœuvre cette machine doit avoir bien soin de répartir également la matière à sécher tout autour de l'axe et de ne lui donner que progressivement la vitesse nécessaire. Pour arriver à ce dernier résultat, M. Caron y a adapté une espèce de mouvement différentiel consistant en trois systèmes de pignons et roues, de diamètres différents, montés sur des arbres concentriques non solidaires mus par autant de poulies distinctes. Cette disposition présente un grand défaut, c'est que les six roues et pignons marchent tous à la fois; cette complication est presqu'incompatible avec une grande rapidité de mouvement.

Parmi le grand nombre de pompes qui encombrent une galerie entière du palais de l'exposition, c'est encore une vieille réputation qui prime : c'est la *pompe-Letestu*. On sait que c'est une pompe à mouvement rectiligne alternatif dont le piston est formé d'un cône métallique percé de trous et

renfermant un cornet de cuir qui déborde d'un centimètre environ ; ce cornet est formé de deux pièces ou d'une seule, selon les dimensions de la pompe ; tous les bords en sont amincis ; ils ne doivent pas être cousus. Le tout est maintenu par un boulon à l'extrémité de la tige. Voilà pour le piston. Le clapet inférieur est tout simplement composé d'une rondelle de cuir maintenue par un écrou au centre d'un disque métallique percé de trous.

Le jeu de cette pompe est facile à comprendre : lorsque le piston descend, l'eau s'échappe entre le cornet en cuir et le corps de pompe ; lorsqu'il remonte, le cuir est pressé de dedans en dehors contre les parois du cylindre, par la charge d'eau qu'il élève. Le corps de pompe n'a pas besoin d'être alésé, le cuir se pliant aux irrégularités qu'il présente. On comprend encore que cette pompe extrait sans inconvénient des eaux chargées de matières terreuses, de sable et même de gravier. Les pompes-Letestu, faciles à construire, sont encore plus faciles à réparer ; il n'est pas de village où l'on ne trouve facilement de quoi remplacer un piston ou un clapet ; il n'est pas de paysan qui ne puisse faire cette réparation. On peut au besoin remplacer le cuir par une garniture formée de plusieurs doubles de forte toile cousus ensemble.

Plusieurs commissions ont été chargées à différentes reprises d'examiner les pompes-Letestu ; leurs rapports sont très favorables ; on en trouvera des extraits dans le 5[e] vol. du *Bulletin du Musée de l'industrie belge*. Un ingénieur, qui s'en est servi pour des travaux d'assèchement à faible profondeur, nous en a fait le plus grand éloge.

M. Letestu vend 1,750 francs une pompe à deux corps de 0^m40 de diamètre et de 0^m20 de course, accompagnée de 3 mètres de tuyaux en cuir et de 3 mètres de tuyaux en tôle.

Parmi les pompes du même exposant, nous en avons surtout remarqué une, destinée à être placée dans l'axe d'un puits. Elle est mise en mouvement par un manége qui se

compose d'une couronne horizontale sur laquelle court un pignon qui met la tige de la pompe en mouvement, par l'intermédiaire d'un volant et d'un balancier; on peut y changer la longueur de la course en augmentant ou diminuant celle de la manivelle qui est représentée par un des bras du volant portant une rainure dans laquelle glisse le bouton.

M. Trésel, dont nous avons déjà cité le système de détente, a aussi exposé des pompes pour presses hydrauliques. La pièce exposée est une bâche qui renferme six pompes destinées au service de six presses, dont chacune peut être pressée ou dépressée, sans que l'ouvrier, chargé de ce soin, ait besoin d'approcher des pompes et sans interrompre la transmission de mouvement; l'ouvrier agit sur une pièce placée près de la presse hydraulique et qui permet le passage de la pompe à la presse ou de celle-ci à la bâche. Ce qui distingue surtout le système de M. Trésel, c'est l'emploi d'une soupape de sûreté qui interrompt le jeu de la pompe aussitôt que la pression est arrivée à un *maximum* préalablement fixé. L'emploi de cette soupape présente aussi l'avantage d'interrompre la pression pendant le cours de l'opération et de la reprendre lorsque l'écoulement du liquide à extraire ou le tassement des matières soumises à la presse, donne du jeu à celle-ci.

La soupape consiste en un petit piston; sa base repose sur un orifice qui communique avec le conduit qui dirige l'eau à la presse; il est guidé par un écrou qui doit être, on le conçoit, parfaitement ajusté; la verticalité de son mouvement est encore assurée par les articulations du levier qui pèse sur lui. Ce levier porte à son extrémité le poids qui détermine la pression *maxima;* il passe dans un enfourchement pratiqué dans la tête de la soupape et prend son point d'appui sur une bride bifurquée, articulée à sa partie inférieure. Quand la soupape se soulève, le levier supérieur dont nous venons de parler, agit sur un autre levier inférieur qui soulève la soupape d'aspiration de la pompe et l'empêche de fonctionner jusqu'à ce que la pression soit diminuée.

C'est surtout pour la fabrication du sucre que M. Trésel a imaginé cette combinaison. Il a senti les inconvénients que présentait l'emploi d'une seule pompe desservant plusieurs presses, système par lequel on ne peut faire subir qu'une fois la pression *maxima*, ce qui ne suffit pas pour épuiser la pulpe.

M. Trésel a complété son exposition par une râpe pour féculeries et sucreries indigènes. Elle est à deux trémies, dans lesquelles les sabots, alternant, donnent cinq à six poussées par minute. Ces poussoirs sont mus par des excentriques agissant sur des galets ; ils sont ramenés en arrière par des contrepoids. Chaque poussée comprend 8 à 9 kilog. de racines. La lenteur du mouvement de retraite permet à une seule personne d'alimenter cette râpe. La vitesse du tambour est, comme dans les autres râpes, de 8 à 900 révolutions par minute. Le constructeur prétend que la petite vitesse des pousseurs permet à la râpe de déchirer plus complétement les cellules de la betterave ou de la pomme de terre, ce qui augmenterait, d'après lui, le rendement.

La presse à acides gras de *M. Saulnier,* est une presse hydraulique horizontale ; la matière à comprimer est placée dans des sacs séparés par des plaques de fonte chauffées préalablement ; ces plateaux sont supportés verticalement dans la presse par deux oreilles qui courent le long de deux tringles horizontales. Le tout est renfermé dans une grande bâche à doubles parois entre lesquelles on fait circuler de la vapeur pour le pressage à chaud.

Afin de faire marcher les fonds mobiles avec une vitesse progressivement ralentie et de proportionner l'effort à la résistance, on applique à cette presse une disposition bien connue, qui consiste en ceci : l'injection se fait simultanément par deux pompes ; les deux engrenages qui commandent leurs pistons diffèrent entre eux d'une dent, de sorte que les deux pompes qui foulaient ensemble au premier tour, se contrarient de plus en plus, et enfin, après un certain nombre de

coups, réglé par le nombre des dents des engrenages, une pompe foule tandis que l'autre aspire, et toute injection dans la presse a cessé après avoir diminué progressivement. Il faut alors arrêter la machine.

Les moyens mécaniques pour extraire par pression le suc des fruits et autres végétaux partagent, avec les moyens de prévenir les accidents sur les chemins de fer, le privilége de stimuler singulièrement l'imagination des inventeurs ; aussi l'exposition actuelle nous offre-t-elle un grand nombre de pressoirs de toutes formes, de toutes dimensions, entre lesquels nous avons perdu beaucoup de temps, sans que nous puissions en signaler d'autres que le *pressoir-Kœppelin*. Celui-ci est une application de la presse hydraulique à l'extraction des huiles, des vins, etc. Le pressoir, proprement dit, est un vase de tôle de forme lenticulaire ; le fond intérieur est plein, le couvercle est percé de trous destinés à l'écoulement des liquides. Entre les bords de ces deux parties, se trouve saisie une membrane imperméable, sur laquelle on place la matière à presser et sous laquelle une pompe injecte de l'eau. Voilà ce pressoir dans toute sa simplicité.

La membrane élastique est formée d'un assemblage de six à douze toiles réunies par un vernis de caoutchouc ; elle est protégée à sa partie supérieure par une membrane de même forme, mais en cuir. Elle est fixée au bassin par un anneau en fer assemblé par des boulons suffisamment rapprochés. Les bords du couvercle portent des ouvertures allongées dans lesquelles passent des crampons ou crochets qui terminent les têtes des boulons dont nous venons de parler ; pour fixer le couvercle, on doit lui donner un léger mouvement de rotation pour l'engager sous les crochets ; on l'arrête au moyen d'une cale placée derrière un de ceux-ci. Une gouttière règne autour du couvercle pour recevoir les liquides et les conduire à un ajutage latéral. La matière à presser doit être enveloppée d'une toile grossière.

Le pressoir-Kœppelin présente sur les presses hydrauliques

l'avantage de ne pas présenter de frottements, le piston de celles-ci étant remplacé par un diaphragme flexible. La forme qu'il affecte est des plus convenables ; le couvercle et le fond n'ont pas besoin d'être renforcés pour résister à une forte pression. La pression y est répartie sur tous les points de la masse et l'écoulement des liquides s'y effectue sur une grande surface relative. L'appareil entier occupe très peu de place.

M. Kœppelin prétend pouvoir presser à chaud en remplaçant le diaphragme en caoutchouc par une membrane en gutta-percha ; le ramollissement que subit cette matière dans l'eau chaude permettra-t-il de l'employer avantageusement à cet usage? Il est au moins permis de douter de la durée de cette membrane.

Un pressoir de 1 mètre de diamètre, coté 800 fr., peut, dit l'inventeur, opérer sur quatre hectolitres de raisins à la fois, étant manœuvré par un seul homme ; l'opération dure une heure.

Les *moulins à bras* de *M. Bouchon* sont employés par l'armée d'Afrique ; ils ont été l'objet d'un rapport très favorable du comice agricole de Château-Thierry. Ce moulin portatif est formé par deux meules de 20 centimètres de diamètre et de 5 centimètres d'épaisseur. La meule supérieure est fixe, la meule inférieure fait 120 tours. Le blé est d'abord concassé grossièrement entre l'œillard de la meule fixe et une noix semblable à celle des moulins à café. La crapaudine qui supporte l'axe de la meule tournante est formée de cuir embouti ; par là, l'inventeur a eu en vue de remédier à la négligence dans le graissage et d'éviter le grippement qui en est la suite.

Un pareil moulin, manœuvré par deux hommes donne par heure, 20 kilog. de mouture à la grosse, ou 10 kilog. de mouture blutée ; un seul homme suffit au repassage des sons et des gruaux. Le moulin de M. Bouchon, muni d'une petite bluterie, coûte 300 fr. ; il ne pèse que 50 kilog.

Le même a exposé un *décortiqueur* que nous croyons tout

nouveau. Il est formé de deux meules horizontales : la meule inférieure, en granit, reçoit le mouvement du moteur par son arbre ; la meule supérieure, d'un diamètre moindre de 1/4 de celui de la première, est en caoutchouc. Elle est placée excentriquement sur la première, de manière que sa circonférence est intérieurement tangente à la circonférence de la meule inférieure. La meule en caoutchouc est mobile autour d'un axe placé à son centre ; elle reçoit son mouvement du frottement de la meule inférieure.

L'avantage qui résulte de l'excentricité est que la meule de pierre ou les substances à décortiquer ne peuvent pas tracer de sillons circulaires dans la meule en caoutchouc.

La meule supérieure est montée sur une plaque à coulisse; on la remplace facilement. Lorsqu'elle éprouve des altérations pendant le travail, on les fait disparaître par la pression sur un mandrin qui a la forme voulue.

Cette machine fonctionne très bien pour la décortication des graines oléagineuses, du trèfle anglais, etc. M. Bouchon dit en avoir fourni à Saint-Malo, pour la décortication du riz ; cependant le riz que j'ai vu sortir du moulin décortiqueur de M. Bouchon aurait pu être plus beau.

M. Labbé se sert, pour ses moulins à blé, de cylindres cannelés ; il en emploie trois, un supérieur et un inférieur de 8 centimètres de diamètre, un autre intermédiaire et latéral, de 16 centimètres. Le corps des cylindres est en pâte de meulière, dont le ciment est probablement formé de silice en gelée; les cannelures sont formées par des lames d'acier enchâssées dans la pâte. Ce moulin ne peut pas convenir pour meunerie, il ne donne pas assez de farine blanche ; mais nous pensons qu'il conviendrait parfaitement pour concasser le malt des brasseurs.

Comme outils commodes, citons encore quelques *forges volantes*. Les unes sont placées sur un tambour en tôle au fond duquel se trouve le soufflet consistant en un cylindre à double effet ; ce tambour sert en même temps de pied à

la forge, de réservoir à air et d'appareil à air chaud; l'échauffement s'achève dans des branches creuses qui s'élèvent derrière le foyer au-dessus de la tuyère.

Dans d'autres, le soufflet est remplacé par un petit ventilateur à force centrifuge de 25 centimètres de diamètre. Pour la facilité du service, la manivelle est montée sur une plate-forme tournante. L'arbre vertical du ventilateur porte une roue dentée qui engrène avec une vis sans fin mue par la manivelle.

Les inventeurs de *freins* et d'appareils de sûreté pour *chemin de fer* n'ont pas fait défaut au grand rendez-vous de l'industrie française. De fait, la question prend de jour en jour plus d'importance; il est triste seulement de voir que la plupart des inventeurs ne s'inquiètent nullement de ce qui a été fait ou essayé avant eux et qu'ils ne profitent aucunement de l'expérience des autres. Les mêmes errements trouvent constamment des dupes : ainsi nous voyons encore bon nombre de mécaniciens s'acharner à trouver un moyen d'arrêter instantanément un convoi lancé à pleine vitesse. Les commissions et les ingénieurs des chemins de fer condamnent généralement tous les freins, moyens de décrochage et autres appareils *self-acting;* peut-être reviendraient-ils de ce jugement absolu, si on leur présentait un appareil agissant dans de bonnes conditions; aussi ne saurions-nous blâmer *M. Peaucelier* de ce qu'il cherche un moyen simple de décrocher la locomotive du convoi dans certains cas donnés. Dans tous les cas, un garde-frein, en agissant sur un levier, peut presqu'instantanément opérer ce décrochage; il dégage de la sorte trois verroux dont chacun était engagé dans un œil que porte chaque barre d'attache.

Tout le monde connaît le *frein-Laignel* dont il est fait usage sur les plans inclinés d'Ans à Liége. Chacun sait que le frottement de roulement des roues y est remplacé par le frottement de glissement de patins qui s'appuyent sur les rails et soulèvent toute la voiture. *MM. Joannon aîné et*

Guyot ont modifié ce système ; ils remplacent les patins par quatre galets excentriques sur deux arbres horizontaux auxquels on donne très facilement et sans employer beaucoup de force, un mouvement de rotation, par un système de vis fort simple.

Après cela, nous n'avons rien remarqué de bien neuf. Le tampon de choc de *M. Charles de Bergue* lui-même ne nous a frappé que comme un souvenir vague d'une disposition analogue que nous aurions rencontrée quelque part. Le waggon, muni de ce tampon, est dépassé à l'avant et à l'arrière par deux cadres ; chacun de ceux-ci porte deux crémaillères horizontales qui engrènent avec deux pignons, les mêmes pour les deux cadres. L'arbre de ces pignons porte un frein qui agit d'autant plus énergiquement que les cadres sont rentrés plus avant. De la sorte, un choc se trouve amorti progressivement. La plus grande saillie des cadres est d'environ 2 mètres à 2ᵐ50.

Des chemins de fer aux voitures ordinaires, il n'y a qu'un pas ; faisons-le pour rencontrer un petit mécanisme bien simple et qui remplit parfaitement son objet. Nous voulons parler d'une *cale, dite à fléau*, destinée à remplacer les cales qu'on place à la main sous les roues des voitures, pour empêcher le recul, sortir des ornières ou faciliter le passage des rampes en louvoyant en zig-zag.

La *cale à fléau* de *M. Bouhon*, se compose de deux cliquets qui s'engagent entre les rais, sur le derrière des roues ; ils sont mobiles autour de charnières à talon qui ne leur permettent pas de descendre en-dessous de la position horizontale. Ces cliquets, que l'on peut établir en fer ou en bois, n'opposent pas de résistance au mouvement en avant, mais ils empêchent le recul en offrant un point d'appui aux rais. On peut empêcher l'appareil d'agir, en relevant les patins au moyen d'une ficelle qui aboutit près du cheval.

Ce petit mécanisme que l'on peut établir fort solidement pour une dizaine de francs, est facile à manœuvrer et d'une

utilité incontestable. C'est aussi l'avis de la société d'encouragement.

Depuis longtemps l'on s'est préoccupé des moyens d'envoyer à une certaine distance, à un navire en mer, par exemple, une corde comme moyen de communication et de sauvetage ; un capitaine anglais, dont le nom m'échappe, avait imaginé de faire arriver ce cordage en fixant une de ses extrémités à une bombe qu'on lançait au moyen d'un mortier ; cela réussissait fort rarement; le plus souvent, le cordage se rompait et lorsque l'on échappait à ce danger, l'action du vent sur la corde occasionnait une déviation qu'il n'est pas possible de calculer à l'avance.

M. Delvigne a résolu le problème en se servant d'un *porte-amarre* en bois de forme cylindrique allongée, contenant dans son intérieur le cordage lui-même roulé en bobine. De cette façon, on évite les chances de rupture du cordage et l'action du vent sur la corde est compensée, parce qu'elle produit une inclinaison de la pointe du projectile vers le vent et une dérivation en sens inverse. D'ailleurs, si le but est manqué, le *porte-amarre* devient une petite bouée qui flotte aux environs du navire. Dans des expériences faites sur ce moyen de sauvetage, dont tous les journaux ont rendu compte, on a atteint une portée d'environ 500 mètres.

Beaucoup de personnes ont entendu parler du *bateau sous-marin* du *docteur Payerne ;* il en est peu qui sachent en quoi consiste cette invention. Ce bateau remplit tous les offices d'une cloche à plongeur; dès qu'il est immergé, il ne communique plus avec l'atmosphère; il porte avec lui une provision d'air comprimé et des subtances propres à régénérer celui-ci en lui enlevant son acide carbonique.

Le bateau sous-marin se présente sous une forme ovoïde allongée ; l'avant est pointu, l'arrière est terminé par une calotte hémisphérique. Il ressemble à une grande chaudière de tôle, renforcée par des membrures intérieures et par des cercles extérieurs. Il est divisé en deux parties par une forte

cloison cintrée ; le compartiment le plus grand est à l'avant ; c'est le réservoir d'air comprimé. Le compartiment de l'arrière doit recevoir les hommes ; ceux-ci en sortent, pour travailler au fond de l'eau, par un petit puits dans lequel on empêche l'eau de monter en maintenant l'air de ce compartiment à une pression suffisante.

Pour le forcer à s'immerger, on introduit dans l'appareil une certaine quantité d'eau ; des pompes servent à cet usage ; elles ont aussi pour fonctions l'emmagasinement de l'air dans le réservoir, l'envoi de l'air irrespirable dans l'épurateur et l'évacuation des eaux quand on veut remonter à la surface.

Le bateau porte extérieurement des anneaux pour s'amarrer ; il se meut et se gouverne au moyen d'une hélice et de trois gouvernails placés à l'arrière. Un gouvernail est vertical, les deux autres sont horizontaux. L'intérieur est éclairé par des hublots en nombre suffisant.

L'expérience de plusieurs années est là pour constater l'utilité de cet appareil, sa facilité de mouvement et son économie sur les appareils plus ou moins analogues auxquels on avait recours jusqu'à présent pour des recherches sous l'eau, pour des constructions sous-marines ou des opérations de sauvetage.

NAVIGATION A VAPEUR.

Les principaux défauts des roues à aubes fixes, pour la navigation à vapeur, sont :

1° Les pertes de force résultant de ce que l'effort communiqué à chaque pale n'est utilisé complétement que dans une seule position de celle-ci ;

2° En outre, dans le mouvement de roulis, les pales qui sont horizontales rencontrent à chaque instant la masse liquide, d'où il résulte une autre perte de force très considérable.

3° De plus, lorsque le navire marche à la voile et qu'on suspend l'action du moteur, les aubes inférieures sont un obstacle à la marche, une cause de résistance qu'on n'a évité jusqu'à présent qu'en rendant les roues folles par un désembrayage ou, plus souvent, en enlevant les aubes inférieures de la roue.

Deux roues sont employées, qui évitent à peu près les deux premiers inconvénients, mais non pas le dernier ; ce sont les systèmes *Cavé* et *Morgan*. Dans l'un, comme dans l'autre, les palettes pivotent *horizontalement*, afin d'entrer dans l'eau et d'en sortir normalement. Ce mouvement est commandé par un seul excentrique placé sur l'arbre des roues et par une série de bielles. Les avantages que présentent ces roues sont achetés au prix de frottements très considérables et d'une grande fatigue de l'excentrique. La solidarité des pales entre elles est d'ailleurs un défaut.

Si les organes mécaniques sont un obstacle lorsqu'ils cessent d'agir, il en est de même des mâts et du gréement dans la marche à la vapeur.

Telles sont à peu près les considérations qui ont amené *M. Séguier*, dont le nom seul est une garantie de l'utilité de son invention, à chercher à construire un bateau à vapeur « tel qu'il pût être mu économiquement par le vent, sans » perdre ses avantages propres, résultant d'un faible tirant » d'eau. » Il a d'abord imaginé une roue dont toutes les palettes sont indépendantes et pivotent *suivant le rayon* dans de longs coussinets de matière dure ; leur axe porte une manivelle qui obéit à une courbe directrice tracée de façon à ce que la masse de chaque aube s'arrête sans choc. La courbe directrice est mobile, de sorte qu'on peut effacer toutes les aubes de la partie inférieure, lorsque les roues sont au repos. La masse des roues simule alors une sorte de dérive qui contribue à la stabilité du navire, dont le centre de gravité se trouve plus élevé dans la marche à la voile, par suite de la mâture qui est construite à coulisse.

Nous avons emprunté ces détails à une note lue par M. Séguier dans la séance de l'académie des sciences du 18 octobre 1847 ; nous y renvoyons ceux qui désirent davantage.

CONSTRUCTIONS DIVERSES.

Avant 1842, M. de Gasparin avait déjà établi des *conduites d'eau en béton ;* il les fabriquait en place, par portions de 16 à 33 mètres, sur un mandrin formé d'un boyau en toile rempli d'eau sous une pression de 2 mètres environ. Ce boyau était ensablé pour qu'il n'adhérât pas au mortier ; on lui donnait une forme régulière au moyen d'un gabarit en fer blanc. Suivant M. de Gasparin on peut construire de pareils tuyaux de 8 centimètres de diamètre au prix de 50 centimes le mètre courant. Des conduites de 16 à 20 centimètres coûteraient de 1 à 2 francs, par le même procédé.

Aujourd'hui, *M. Duval-Pirou* construit des tubes en tôle très faible, recouverts d'une enveloppe de béton dont l'épaisseur est proportionnée au diamètre des tuyaux. La tôle ne sert que comme moule et pour maintenir le béton avant sa solidification. Cette fabrication se fait à l'atelier, sauf pour les conduites dont le diamètre dépasse 25 centimètres, qu'on établit sur place. Les tuyaux *monolithes*, comme les dénomme leur inventeur, sont légèrement coniques ; pour les assembler, il suffit de les emboîter de quelques centimètres les uns dans les autres. C'est là une industrie fort intéressante, mais qui le devient bien davantage dans les applications qu'en a faites M. Duval-Pirou, en modifiant les *monolithes* suivant les services qu'il en réclame.

M. Duval propose d'abord un nouveau mode de construction des brise-lames, des jetées et autres travaux similaires. Prenons pour exemple la construction d'un *brise-lames*, fondé par une profondeur de 5 mètres à mer basse.

Les fondations s'exécutent au moyen de tubes en tôle de $1^{m}20$ de diamètre sur 6 mètres de hauteur, posés verticale-

ment sur le fond, cramponnés ensemble de manière à former d'énormes caissons que l'on remplit de béton jusqu'à l'arrasement des tubes, c'est-à-dire à 1 mètre au-dessus du niveau de la basse mer. La partie supérieure de la construction est formée de tuyaux en tôle de 1 mètre de diamètre, posés horizontalement et dont les intervalles seulement sont remplis de béton lorsqu'on veut obtenir un brise-lame à claire-voie.

Tout ceci suppose un fond solide pour établir les fondations; s'il en était autrement, on se servirait, pour les faire, de tubes à doubles parois dans l'intervalle desquelles on coule du béton ; ces tubes s'enfoncent par leur propre poids, au fur et à mesure que l'on drague à l'intérieur, jusqu'à ce qu'ils atteignent le terrain solide. On achève la consolidation de ces fondations, en remplissant de béton tous les vides.

Si les fondations doivent avoir une plus grande profondeur, on établit plusieurs assises semblables en retraite les unes sur les autres.

Une des applications les plus remarquables du nouveau mode de construction aux ouvrages d'art à la mer, est celle relative à l'établissement d'un phare en pleine mer et sur un fond de sables mouvants. Pour ce faire, M. Duval n'emploie que deux énormes tubes concentriques dont le plus large circonscrit toute l'enceinte des fondations; il forme à la fois ces deux tubes d'un certain nombre de voussoirs verticaux; chacun de ceux-ci est donc composé de deux feuilles de tôle ployées en arc-de-cercle, reliées entre elles par des traverses et par un fond de même métal. Ces deux feuilles dépassent d'un côté, pour former un emboîtement destiné à recevoir le voussoir suivant; de sorte que quand ils sont tous assemblés, le dernier faisant clé de voûte, ils ne puissent plus sortir de leur position relative.

Lorsque ces éléments sont assemblés, on coule du béton entre les deux enveloppes. L'appareil doit s'enfoncer par son propre poids aidé d'un draguage qui se fait à l'intérieur et qui est dirigé de façon que le puits artificiel descende bien

verticalement. Quand ces fondations ont atteint le terrain solide, que l'intérieur en est déblayé, il ne reste qu'à en combler le vide avec du béton.

La maçonnerie qui s'élève au-dessus des fondations, au lieu d'être pleine, est à jour, afin d'opposer à l'action des vagues la moindre résistance possible. Elle se compose d'un certain nombre de piliers cylindriques destinés à supporter la plate-forme sur laquelle repose la tour du phare. Il est inutile de dire que ces piliers sont des tuyaux de tôle remplis de béton.

Dans toutes les constructions de M. Duval la tôle n'étant destinée qu'à servir de moule au béton jusqu'à sa solidification, n'a pas besoin d'avoir une grande épaisseur.

Nous voyons dans le mode de fondation de ce phare, un procédé qui pourra recevoir son application dans les mines; il est certains cas du passage d'un puits à travers des *sables boulants* où ce moyen pourra être employé et où il offrira même de grands avantages. Il n'est pas nécessaire de démontrer qu'il est praticable; peut-être faudra-t-il le modifier un peu. Ainsi il conviendra d'asseoir le double tube sur une plate-forme en madriers solidement établie ; il faudra aussi limiter la hauteur du tubage, sauf à le partager en plusieurs assises successives, reliées par le béton lui-même ; cette hauteur dépendra de la consistance du terrain supérieur et de l'étendue sur laquelle on pourra le découvrir pour loger le tubage avant sa descente dans le sable coulant. Comme le vide intérieur n'est pas destiné à être rempli, pour le cas qui nous occupe, il serait nécessaire de consolider l'enveloppe de tôle par des cercles de fer reliés par des traverses de même métal.

Le temps nous manque pour étudier cette application et la comparer aux modes habituels d'opérer ; nous la croyons néanmoins plus économique que la maçonnerie ordinaire, lorsque le sable à traverser est très liquide. Dans les cas où le poids de l'appareil ne suffirait pas pour le faire enfoncer, on se servirait de vis de pression.

Une *scie à recéper sous l'eau*, ayant servi à la construction d'un viaduc dans la baie d'Etaples, pour le chemin de fer d'Amiens à Boulogne, mérite une citation. La lame de la scie est fixée à un bâti en fonte et fer supporté par un chariot qui se meut, au-dessus du niveau de l'eau, sur un chemin de fer, dans le sens du trait de scie. Deux hommes le mettent en mouvement au moyen de deux leviers ; un troisième, au moyen d'une vis sans fin, fait avancer tout l'appareil sur un chemin de fer perpendiculaire au premier, pour passer d'un pilotis à un autre.

M. Tachet, le fabricant bien connu d'équerres et d'instruments de dessin, a inventé un procédé qu'il appelle *préparation ouxhygrométrique des bois,* par lequel il empêche les bois mis en tables ou en panneaux, de se rétrécir, de s'élargir, de s'onduler, de se fendre. Il forme l'épaisseur d'un panneau d'un nombre plus ou moins grand de feuillets assemblés à fil contrarié ; on les réunit avec de la gomme laque en poudre, que l'on met ensuite en fusion dans des appareils disposés à cet effet. Les bois employés ont dû être préalablement séchés à 60° environ. Les panneaux ordinaires sont formés de trois épaisseurs ; les pièces plus soignées en comportent de trois à cinq.

L'exposition de M. Tachet prouve que son procédé donne les résultats les plus satisfaisants ; la foule a passé pendant trois mois sur des parquets *ouxhygrométriques ;* de grands panneaux isolés, des planches à dessiner n'ont pas gauchi ; d'autres panneaux sont trempés dans de l'eau et restent plans ; un autre a été exposé, pendant plusieurs semaines, à toutes les intempéries de l'atmosphère, sur un balcon. Cette dernière expérience, rendue authentique par les signatures que porte le panneau lui-même, est parfaitement concluante.

Malheureusement, comme beaucoup de bonnes choses, les parquets de M. Tachet sont d'un prix très élevé ; il en établit depuis fr. 22-50 le mètre carré, tandis que le point de Hon-

grie ordinaire ne coûte à Paris que 9 à 10 francs. Pour les parquets riches la différence est moins sensible. Les panneaux pour menuiserie peinte ou polie à un ou deux parements de chêne coûtent de fr. 11-50 à fr. 13-25 le mètre carré pour une épaisseur de 10 millimètres, de fr. 13 à fr. 14-75 pour une épaisseur double.

Les dessinateurs apprécieront parfaitement le procédé de M. Tachet qui leur procurera des planches et des tables à dessiner inaltérables, ce qu'ils ont cherché en vain jusqu'à ce jour.

ARTS CHIMIQUES.

En arrivant dans les galeries consacrées aux arts chimiques, ma tâche, déjà si difficile, le devient davantage encore. Généralement, l'examen de ces produits ne suffit pas pour en constater la valeur, non plus que pour indiquer les progrès de leur fabrication. On se trouve en face d'une quantité effrayante de produits, les uns médiocres, les autres beaux, plusieurs superbes, quelques-uns nouveaux, la plupart connus ; on les regarde, on les admire quand il y a lieu, mais ils ne vous apprennent pas, non plus que leurs étiquettes, lorsqu'ils en portent, les nouveaux procédés qui peuvent avoir concouru à leur fabrication, les perfectionnements que celle-ci a reçus. Presque jamais le prix d'un produit n'est indiqué, véritable pierre de touche pourtant des industries dont nous nous occupons. Il faudrait pouvoir recueillir des données positives sur la nature et les méthodes de fabrication de ces produits, et leurs fabricants sont, de tous les exposants, les plus rares.

Tout au plus peut-on constater l'importance qu'ont prise certaines fabrications plus ou moins nouvelles et le parti qu'a su tirer l'industrie de matières jusqu'aujourd'hui peu ou pas utilisées.

Ainsi les expositions de plusieurs usines nous montrent

les produits ammoniacaux provenant des eaux de condensation et de lavage du gaz d'éclairage; l'emploi, pour cette épuration, du sulfate de fer, ou du chlorure de manganèse, résidu de la fabrication du chlore ou encore d'un mélange de sulfate et d'oxide de plomb.

Ce grand accroissement de la production des sels ammoniacaux et la réduction de leur prix, qui en est la conséquence, permettent aujourd'hui de les employer comme des engrais dont il n'est plus permis de nier l'efficacité. C'est avec bonheur qu'on voit l'industrie se porter vers l'intéressante production des engrais ; elle fournit déjà à l'agriculture, outre les sels ammoniacaux dont nous venons de parler, ceux provenant des eaux-vannes, les différentes préparations du sang des abattoirs, les noirs résidus des fabriques et des raffineries de sucre, le noir animalisé, les résidus de la fabrication du prussiate de potasse, etc.

L'extraction des sulfates de soude et de potasse, du chlorure de potassium et du brôme des eaux-mères des marais-salants, industrie due à M. Balard, prend chaque jour plus d'extension.

Il en est de même du traitement des résidus de la fabrication du sucre indigène, pour en obtenir de l'alcool et des salins de potasse. Cette fabrication prend d'autant plus d'importance que la potasse devient de jour en jour plus rare par la disparition des forêts.

La distillation du bois et la fabrication des produits qui en dépendent occupent exclusivement plusieurs usines.

Citons encore la production des glucoses et leur emploi pour la fermentation des bières et des moûts de raisin, l'extraction du gluten frais et son emploi comme matière alimentaire, la fabrication de la dextrine pour la substituer à la gomme arabique dans la plupart de ses emplois et pour remplacer concurremment avec le serum albumineux du sang, le blanc d'œuf dans le collage, dans l'impression des tissus, etc.

La fabrication des acides gras, solides et liquides, est peut-être celle qui a fait le plus de progrès ; les acides et les bougies stéariques exposés par un grand nombre de fabricants sont de la plus grande beauté. Le prix de ces bougies est d'ailleurs tellement diminué, que l'usage s'en répand dans presque toutes les classes de la société.

Nous n'avons remarqué, au milieu des produits chimiques, qu'un seul échantillon de sulfate d'alumine ; la difficulté d'obtenir d'une manière certaine ce produit pur, l'impossibilité de le produire en cristaux qui en assureraient la composition, sont peut-être la cause du peu d'extension que semble avoir prise la fabrication de ce sel qui présente cependant de grands avantages sur l'alun, qu'il est appelé à remplacer dans les opérations de la teinture, comme dans le collage du papier.

La distillation du goudron donne des produits divers que l'on est parvenu à utiliser complétement. Les huiles essentielles (le naphte de quelques-uns) servent à l'éclairage; après avoir été rectifiées, elles sont brûlées dans des lampes spéciales dites *lampes-camphines*. Les huiles grasses sont employées dans la fabrication des graisses pour machines et pour voitures; ces graisses sont connues en Belgique, où elles ont valu à un fabricant une distinction à l'exposition de 1847.

L'emploi, pour la carbonisation et la distillation des matières combustibles, de la vapeur d'eau échauffée à une haute température après sa formation, pour lequel MM. Thomas et Laurens ont pris un brevet d'invention en 1839, cet emploi n'en est pas resté là. On sait que la poudrerie de Wetteren, près de Gand, fabrique son charbon par ce procédé depuis 1842.

M. Violette, commissaire des poudres à Esquerdes, applique la vapeur surchauffée, non-seulement à la carbonisation du bois, mais encore à la cuisson du plâtre, du pain et surtout du biscuit de mer. Ce dernier est des plus appétissants, la croûte en est bien dorée et la masse parfaitement cuite.

La température de la vapeur est élevée à 200° pour le biscuit, à 250° pour le pain.

Les appareils employés diffèrent selon leur destination et suivant les caprices des constructeurs. Ils se composent essentiellement : 1° d'un générateur à vapeur; 2° d'un serpentin à tube enroulé, ou mieux à tubes droits, placé dans un foyer et destiné à l'échauffement de la vapeur; 3° d'une capacité en cuivre ou en tôle renfermant la matière à cuire ou à carboniser.

On trouvera dans le 6° vol. des *Annales des travaux publics de Belgique,* une description succincte de l'appareil très-simple employé à Wetteren.

Dans celui qui sert à Esquerdes pour la carbonisation du bois, le cylindre de carbonisation a une double enveloppe dans laquelle la vapeur circule avant d'arriver à l'intérieur; le serpentin est en fer contourné en hélice. Le bois à carboniser est chargé dans une enveloppe cylindrique en toile métallique ou en tôle perforée, afin de pouvoir opérer plus rapidement le défournement. L'évaluation de la température s'obtient au moyen de petits cylindres formés d'alliages fusibles à différentes températures. On les pose dans des tubes en cuivre qui pénètrent dans le cylindre de carbonisation; une pointe de fer indique la température en s'enfonçant dans l'alliage aussitôt que celui-ci entre en fusion. M. Violette a reconnu que la pression de la vapeur devait atteindre une demi-atmosphère au moins, pour la carbonisation du bois. L'opération dure environ deux heures pour une charge de 25 à 30 kilogrammes de bois de bourdaine. Pour obtenir du charbon roux, la température ne doit pas dépasser 300°.

Nous croyons savoir que des essais se font en Allemagne pour la carbonisation des lignites par la vapeur surchauffée et l'emploi du combustible ainsi obtenu, dans les hauts fourneaux.

C'est aussi par la vapeur surchauffée qu'il convient, pensons-nous, de souder les panneaux *ouxhygrométriques* de M. Tachet dont nous avons parlé plus haut.

D'autres applications se trouvent encore dans la distillation des substances insolubles dans l'eau.

Blanc de zinc.— En 1781, Guyton-Morveau avait déjà proposé l'emploi des sels de zinc dans la peinture et fait ressortir les avantages qu'ils présenteraient sous le rapport de l'hygiène et sous celui de la conservation des couleurs. En 1808, M. Mollerat fabriquait du *blanc de zinc*. En 1821, Lassaigne avait de nouveau indiqué l'oxide de zinc comme pouvant remplacer la céruse. Comment se fait-il qu'il ait fallu autant d'années pour faire accepter, pour introduire ce produit dans le commerce? C'est qu'il y avait quelques difficultés de fabrication à vaincre; c'est que tout oxide de zinc ne peut pas entrer en lutte avec le carbonate de plomb; c'est qu'aussi il fallait vaincre la routine et combattre certains intérêts. Maintenant une société puissante a entrepris cette fabrication; elle fabrique bien et ne recule d'ailleurs devant aucun moyen de publicité, témoins ces deux panneaux qui forment son étalage à l'exposition. Le fond en est peint au blanc de zinc qui encadre des carreaux peints avec des céruses d'origines diverses; le tout doit avoir été soumis à des vapeurs sulfureuses, d'où il est nécessairement résulté que le blanc de zinc a conservé sa pureté, tandis que la peinture à la céruse a pris une teinte brune dont l'intensité est proportionnelle à la pureté de la céruse employée; remarquons, à cette occasion, que les céruses que cette opération a le plus noircies, sont les céruses belges et hollandaises. Quoi qu'il en soit du plus ou moins de mérite de ce qu'on a appelé l'arc-de-triomphe du blanc de zinc, celui-ci a encore beaucoup de peine à se voir accepté; il couvre moins que la céruse et n'est pas d'un usage aussi économique qu'on pourrait le penser, si ce n'est pour les couleurs composées, où il conserve toute sa supériorité. Des papiers peints, dont les couleurs sont à base de zinc, complètent l'exposition triomphale du blanc de zinc, dont beaucoup de gens se défient à tort, à cause de l'excès même de ses réclames. La question de salubrité est évidemment résolue en faveur des

couleurs à base de zinc; il faut dire cependant qu'elle a moins d'importance que jadis, à cause des perfectionnements apportés dans la fabrication de la céruse et des précautions dont les ouvriers sont entourés.

Voici sur le mode de préparation de l'oxide de zinc, quelques lignes que nous empruntons à M. A. Chevalier :

« Pour obtenir de l'oxide de zinc en grand, M. Leclaire a « fait établir, dans les environs de Paris, un four, dit *silé-« sien*, pour recevoir dix cornues. Un système de grattoir « dégage régulièrement la bouche des cornues. Devant cette « bouche est une très petite chambre qu'on désigne par le « nom de *guérite*, dont le plancher est mobile et dont la porte « ouvre dans la pièce où est le four; au-dessus de la guérite « est un conduit communiquant avec la partie supérieure des « chambres dites *de condensation*, qui sont placées à droite et « à gauche du four et qui descendent plus bas que le sol de « la chambre du four. Un puissant système d'appel est appli-« qué à l'extrémité d'une série de toiles destinées à conden-« ser et à recueillir l'oxide de zinc; dans le plancher des « chambres sont pratiquées des trémies à travers lesquelles « l'oxide de zinc tombe dans des tonneaux.

« Quand le four est porté à un degré de température suffi-« sant, on ouvre la porte de la guérite, on introduit le zinc « dans la cornue, on ferme la porte, on la lute, on relève le « plancher mobile sur la guérite et l'on met ainsi en commu-« nication la cornue avec la partie inférieure de la chambre « de condensation; la combustion du zinc commence immé-« diatement pour ne s'arrêter que lorsque le métal est « brûlé.

Nous ne pouvons passer devant le *caoutchouc* et ses combinaisons ou ses mélanges, comme on voudra, sans parler de leurs nombreuses applications qui s'étendent constamment. Sans nous arrêter aux tissus imperméables, fins ou communs, connus depuis longtemps, nous avons vu plus haut le caoutchouc pur employé en forme de meule dans le moulin-décor-

tiqueur de M. Bouchon; nous en avons vu une autre application dans le pressoir-Kœppelin, comme dans le manomètre à colonne réduite de Galy-Cazalat. On sait qu'en plongeant pendant un certain temps du caoutchouc dans du soufre fondu, on obtient une substance beaucoup plus élastique encore que la gomme naturelle, et qui résiste, sans éprouver d'altération, à des variations de température assez étendues. Le même effet s'obtient en mélangeant du soufre dans les dissolvants du caoutchouc, en employant surtout à cet usage le sulfure de carbone (1). Le caprice des fabricants y ajoute une foule de substances inertes qui varient suivant l'usage auquel on destine le caoutchouc *vulcanisé*.

Le caoutchouc sulfuré ou vulcanisé forme donc d'excellents ressorts dont nous avons signalé l'application au marteau-Schmerber. Avec ces mêmes rondelles élastiques on forme les tampons de choc des voitures de chemin de fer; on construit en ce moment, pour plusieurs compagnies, des waggons dont tous les ressorts indistinctement, ressorts de suspension comme ressorts des barres d'attache et des tampons, sont établis en caoutchouc vulcanisé. La maison Charles de Bergue, brevetée en France pour l'emploi du caoutchouc vulcanisé comme ressorts, joints ou fermetures, le livre au prix de 16 fr. 60 à 18 fr. le kilog. Dans une foule d'appareils, les joints se font actuellement en caoutchouc. On se souvient que M. Bourdon a remplacé les ressorts des pistons métalliques par la même substance élastique.

Depuis longtemps on a cherché à établir des *niveaux d'eau* qui supprimassent l'opération de viser; l'emploi de tuyaux en caoutchouc sulfuré permet de former de pareils niveaux d'une étendue assez grande. L'instrument se composerait de deux éprouvettes graduées mises en communication par un tuyau élastique; on placerait les éprouvettes aux deux stations dont on veut obtenir la différence de hauteur et on s'ai-

(1) Nous connaissons le propriétaire d'un procédé qui peut fournir le sulfure de carbone à raison de 2 francs le litre.

derait au besoin de supports mobiles courant le long d'une perche divisée remplaçant la mire des nivellements ordinaires. Un pareil instrument serait très commode pour des nivellements à stations peu éloignées; il est presqu'indispensable quand ces opérations doivent s'exécuter à travers des parties boisées. Des robinets placés aux extrémités du tuyau compléteraient l'instrument et en faciliteraient le transport dans le courant des opérations.

Des rubans de caoutchouc ont été aussi fournis en grande quantité pour remplacer le cuir ou le feutre dans la fabrication des cardes; cependant nous avons entendu un fabricant de cardes se plaindre de ce que cette substance déterminait assez promptement la rouille des dents.

Une gomme élastique, analogue au caoutchouc, importation toute nouvelle encore, tend à envahir aussi une foule d'emplois; nous avons nommé le gutta-percha, qu'on nous offre, soit à son état de pureté originaire, soit mélangé au caoutchouc, au soufre, au plâtre, à l'ocre, à l'orpiment, etc., suivant que les usages auxquels on le destine réclament de la dureté, de l'élasticité ou de la douceur. On le présente comme colle, ciment ou mastic; on en fabrique des courroies, des tuyaux, des harnais; en un mot, on le substitue presque complétement au cuir; on le moule en ornements de toute espèce; on l'étire en fils pour remplacer les cordons dans certains usages; on en fait des lanières dont on enveloppe les fils des télégraphes électriques qui coûtent, ainsi garnis, 40 centimes le mètre; on s'en sert encore pour agglomérer les débris de liége et reconstituer de la sorte d'excellents bouchons.

Un grand avantage que le gutta-percha a sur le cuir, c'est que ses débris ont encore une grande valeur, puisqu'il suffit de les malaxer dans l'eau chaude pour les agglomérer et leur donner la forme qu'on désire. C'est ce qui a engagé un de nos amis à remplacer par cette matière le cuir qui forme habituellement les clapets des pompes d'épuisement des eaux des mines; l'essai est trop récent pour en connaître les résultats.

C'est peut-être au gutta-percha qu'il faut avoir recours pour expliquer les tours de force de M. Carle.

M. Carle est un fondeur qui a trouvé le moyen de mouler et de fondre d'un seul jet, sans soudure, quelque objet que ce soit, en respectant le modèle. Il a exposé des chaînes, des épis, des fleurs, des branches entrelacées et une foule d'objets coulés en bronze, qu'on ne saurait obtenir d'un seul jet, par les procédés connus, sans détruire le modèle.

Bruxelles possède deux magasins assez bien assortis d'objets en gutta-percha ; c'est une substance dont les applications seront innombrables, lorsque le prix en sera diminué.

Quant aux machines et appareils destinés aux arts chimiques, ils ne sont guères nombreux, ni surtout nouveaux.

La féculerie est représentée par les appareils bien connus de *M. Saint-Étienne* et par ceux de *M. Huck*.

Pour les fabriques de sucre et raffineries, nous avons cité les pompes et les râpes de M. Trésel ; ajoutons-y la diversité des matières dont on fait actuellement les *formes*, et nous aurons tout dit sur ce sujet. L'exposition nous présente des formes en tôle, d'autres en tôle vernie, en zinc, même en feutre verni ; à défaut de renseignements sur leur usage, nous nous contenterons de les mentionner.

La saccharimétrie est représentée par les essais de *M. Clerget*, au moyen du *saccharimètre* de *M. Soleil*. Il est inutile d'insister sur l'importance d'un saccharimètre, c'est-à-dire d'un instrument qui détermine la quantité de sucre cristallisable que renferme une solution donnée. Celui dont nous parlons, bien que d'une construction assez compliquée, est d'un usage facile ; il n'exige pas de celui qui s'en sert, des connaissances scientifiques ; en outre, il est aussi sensible qu'on peut le désirer pour un instrument industriel.

Le saccharimètre de M. Soleil est basé sur la propriété qu'ont certaines substances, le sucre entre autres, de déterminer la rotation du plan de polarisation. On sait que M. Biot a découvert que les corps qui jouissent de cette propriété la

transmettent à leurs dissolutions et qu'en ce cas, la rotation est directement proportionnelle à la quantité du corps doué du pouvoir rotatoire. M. Biot a immédiatement pensé à appliquer ces propriétés à la saccharimétrie ; c'est lui qui a donné l'idée première de l'instrument dont nous parlons ; c'est encore lui qui y a appliqué la *teinte sensible*, choisie de façon que la moindre déviation de l'œil de l'observateur la fait changer rapidement. Seulement M. Biot mesurait l'angle de déviation du plan de polarisation. L'instrument a été perfectionné par M. Soleil qui s'est servi pour cela d'une autre découverte de M. Biot ; à savoir que le quarz et le sucre ont, à très-peu près, la même dispersion et qu'on peut compenser l'action d'une certaine épaisseur de la dissolution par l'action d'une plaque de quarz de rotation inverse et d'une épaisseur convenable.

Bien qu'on puisse trouver ailleurs la description du saccharimètre de M. Soleil, nous cédons à la tentation de donner une idée de cet instrument si bien combiné, à ceux qui ne lisent pas les publications de l'académie des sciences de Paris.

L'appareil se compose de trois parties : 1° le polarisateur ; 2° le tube qui contient la dissolution à analyser; 3° l'analyseur.

La première partie est essentiellement formée d'un prisme biréfringent ordinaire en spath d'Islande dont l'angle réfringent est assez grand pour que l'image ordinaire seule soit dans le champ de la vision. Un prisme en crown-glas doit ramener le rayon polarisé dans l'axe de l'appareil ; vient ensuite un système formé de deux plaques de quarz verticales, dont la surface de contact est parallèle à l'axe de l'instrument. Ces deux plaques sont de même épaisseur et de rotation inverse. Elles ont pour objet de produire la *teinte sensible* lilas clair ou fleur de lin de M. Biot, sans erreur possible de la part de l'observateur. Cette plaque à deux rotations donne naissance à deux demi disques, qui offrent la teinte sensible et qui sont de couleurs différentes, dès que l'action du liquide sucré cesse d'être compensée par *l'analyseur*. Pour donner la teinte sen-

sible, la plaque à deux rotations doit avoir 3mm75 ou 7mm50 d'épaisseur; cette disposition permet encore d'employer une lumière quelconque, soit celle du jour, soit celle d'une lampe; la teinte des deux disques peut changer, mais les deux objets de comparaison restent dans les mêmes conditions l'un que l'autre.

La seconde partie de l'appareil est un tube de verre de 20 centimètres de longueur qui doit contenir la dissolution à l'essai; ses extrémités sont usées de manière à ce que deux plaques de verre s'y appliquent parfaitement.

La troisième partie comprend le *compensateur*, formé de deux coins en cristal de roche, composant ensemble une plaque dont on fait varier l'épaisseur en retirant ou poussant les coins. En avant de ces prismes se place une lame de quarz de rotation contraire, telle que, dans l'état normal de l'instrument, elle compense l'autre. On comprend que l'angle de déviation du plan de rotation produit par la dissolution sucrée et compensé par une augmentation ou une diminution d'épaisseur du double prisme compensateur, on comprend, disons-nous, que cet angle sera mesuré par cette différence d'épaisseur qui, elle-même est proportionnelle au mouvement linéaire transversal des coins qui forment le compensateur. Une échelle convenablement divisée donne immédiatement l'épaisseur compensatrice à $^1/_{10}$ de millimètre près.

L'instrument est terminé vers l'observateur par un prisme biréfringent ordinaire, pour donner les deux images dans le champ de la vision, et par une petite lunette de Galilée, pour placer les images à la distance de la vision distincte.

Pour obtenir toujours la teinte sensible, quelle que soit la lumière avec laquelle on opère, on peut placer à l'extrémité de l'appareil, devant le polarisateur, des verres colorés ou mieux une lame de quarz perpendiculaire à l'axe et un prisme de Nichol recevant solidairement un mouvement de rotation. Le prisme polarise le rayon lumineux, qui, par son passage ultérieur à travers la plaque de cristal, s'épanouit en une série

circulaire de rayons colorés et polarisés dans des plans différents.

Le polarisateur du saccharimètre laisse passer en plus grande proportion celui de ces rayons, dont le plan de polarisation coïncide avec sa section principale. De sorte qu'en faisant tourner le prisme de Nichol et sa plaque, on obtient un rayon de la couleur voulue pour donner la teinte sensible, lorsqu'il aura été modifié par la teinte du liquide. Le prisme de Nichol remplace pour cet usage une série indéfinie de verres colorés.

L'instrument inventé et construit, il fallait le rendre complètement pratique; c'est ce que M. Clerget a fait en construisant des tables qui dispensent l'opérateur de tout calcul; il y joint les jauges, vases gradués, etc., qui sont le complément du saccharimètre. Les tables de M. Clerget font les corrections de température et suppléent à la comparaison avec une liqueur normale.

Tout le monde sait qu'une des raisons qui s'opposent à l'emploi, dans l'agriculture, des os qui forment cependant un engrais des plus puissants, c'est la difficulté de les réduire économiquement en fragments plus ou moins tenus. Sous le mouton, les os s'écrasent partiellement, puis la partie concassée préserve le reste dont on vient difficilement à bout; les divers broyeurs que l'on a essayés s'empâtent rapidement et n'agissent plus sur les os qu'on leur soumet. *M. Schmitt*, de Valenciennes, a envoyé à l'exposition un moulin à broyer les bois de teinture qui nous paraît très-propre à la division des os. Il se compose de deux paires de cylindres horizontaux placées l'une au-dessus de l'autre; les cylindres supérieurs sont formés d'un certain nombre de scies circulaires alternant avec des rondelles d'un diamètre moindre. Les scies d'un des cylindres pénètrent dans les intervalles des scies de l'autre. Pour débarrasser ces espaces de la matière qui tend à les combler, des couteaux placés en dessous pénètrent jusqu'aux rondelles d'entre-deux. Les matières à concasser arri-

vent entre les deux trousses, conduites par une trémie. Au sortir de cette première paire de cylindres, elles tombent dans une autre trémie qui les mène entre les deux cylindres finisseurs, cylindres pleins dont la surface est taillée à *têtes de clous* de 2 millimètres en carré.

Dans chaque paire de cylindres, la vitesse de l'un est à celle de l'autre dans la proportion de 5 à 3. La vitesse angulaire des cylindres inférieurs est cinq fois plus grande que celle des cylindres supérieurs correspondants. Le diamètre des scies est de 0^m15 environ; leurs dents ont 8 millimètres de profondeur et de largeur. Les cylindres inférieurs ont 0^m10 à 0^m12 de diamètre; leur longueur, égale à celle des trousses à scies, est de 0^m30 environ.

Il semble que cette machine, que nous n'avons pas vu fonctionner, doit exiger une force motrice assez considérable; dans le cas où l'on ne pourrait pas disposer d'une force suffisante, les deux parties du concasseur pourraient être séparées et l'opération se faire à deux reprises.

ARTS CÉRAMIQUES.

Pour procéder avec ordre, commençons par les briques, les tuiles et les carreaux. Les cours de l'exposition sont envahies par des modèles de toitures en tuiles de toutes formes et de toutes dimensions, mais où l'on ne remarque de bien saillant que les écarts d'imagination des fabricants. Plusieurs machines à fabriquer la brique y figurent aussi, mais pas une ne remplit la première condition de succès, qui est de faire le travail à meilleur compte et plus rapidement que nos ouvriers; et ceux-ci sont tellement habiles, que cette condition est des plus difficiles à obtenir.

M. Champion a exposé une petite machine à *rebattre* les briques et surtout les carreaux et les tuiles. C'est une presse à vis avec balancier, qui refoule la pièce dans un moule dont on peut varier la forme. La machine à rebattre de M. Cham-

pion lui a valu une médaille d'or de la société d'encouragement ; son utilité se conçoit surtout pour les pièces de peu d'épaisseur dans lesquelles il est essentiel d'éviter les feuillures. On annonce que cette machine, mue par un seul homme, peut rebattre 4,500 briques par jour.

M. Champion corroie les terres au moyen d'une petite machine, qui se compose d'une petite plaque tournante qui ramène la terre sous une pièce fixe ; celle-ci arrête les pierres et ne laisse passer que la terre. Avec cette machine, qui coûte 500 fr., un homme peut préparer 3,000 kil., de terre par jour.

Citons les briques creuses pour murs de refend que leur légèreté fait rechercher malgré leur prix élevé.

La terre cuite (non vernissée) entre de plus en plus dans le domaine de l'art. Tout le monde a pu admirer à l'exposition, des groupes, des statues, des vases, des bas-reliefs remarquables, tout cela en terre cuite. Des colonnes, des balustrades, des galeries à jour, etc., montrent le parti qu'on peut tirer de cette industrie pour l'ornementation et la restauration des édifices. La couleur de ces objets est à peu près celle de la pierre de Maestricht ; d'un peu loin on pourrait s'y méprendre. Nous avons surtout remarqué un autel du meilleur goût, avec colonnes et couronnement, de 8^{m}50 de hauteur fabriqué en terre cuite par *M. Garnaud*, et qui n'a été vendu que 3,500 fr.

La poterie commune vernissée au plomb et la faïence commune émaillée qui n'ont de mérite que leur bas prix, tendent à être remplacées par la faïence fine et la demi-porcelaine dont les prix diminuent chaque jour. Aussi ces deux genres de poteries ne sont-ils, pour ainsi dire, pas représentés à l'exposition de 1849. On y remarque, en revanche, les *grès-cérames* avec ou sans glaçure ; leur couleur, naturellement grise, est brunie par l'enfumure ou par l'ocre tenue en suspension dans un liquide ; elle s'associe parfaitement aux formes qu'on avait données jusqu'à présent à ces grès-cérames ; il est à re-

gretter qu'on ne s'en soit pas tenu à ce genre si élégant et que le grotesque s'empare de cette fabrication. Il serait aussi à désirer que la glaçure saline qui y est souvent appliquée et qui donne lieu à des efflorescences, fût toujours remplacée par une glaçure feldspathique ou plombifère.

Les faïences destinées à aller au feu sont très remarquables. *M. Pichenot*, qui se distingue dans cette partie, a également exposé des vases et des baignoires de faïence de très grandes dimensions.

Deux potiers de Tours ont envoyé à l'exposition, des plats, des bassins et d'autres pièces, imitant parfaitement les poteries si recherchées de Bernard de Palissy. Ce sont des poissons, des coquillages, des fleurs en relief, reproductions frappantes de ces objets naturels. Nous avons vu beaucoup de Palissy et nous croyons qu'il serait difficile de les distinguer des faïences de *M. Avisseau*.

Les usines de *Creil* et de *Montereau* qui exposent des services de table en demi-porcelaine et en porcelaine anglaise, se signalent surtout par un produit qui n'est pas nouveau, il est vrai, mais dont la fabrication a pris une extension considérable. Nous voulons parler des boutons percés pour chemises, vestes, gants, manchettes, etc. Ces boutons en porcelaine se fabriquent par des presses mécaniques et avec des pâtes sèches ; l'émail y est mêlé à la pâte. Tout le monde a vu de ces boutons de chemises qui n'ont qu'un inconvénient parfaitement connu de nos ménagères, celui de couper le fil. Cette fabrication occupe, dans ces deux usines seulement, plusieurs centaines d'ouvriers.

Les faïences fines, les *pétrocérames* ou *ironstone*, les *hygiocérames* ou porcelaines *apyres*, les porcelaines tendres et dures, apparaissent d'une manière imposante dans le palais de l'industrie ; nous ne connaissons rien de nouveau dans leur fabrication, si ce n'est le plus ou le moins de progrès qu'on y remarque.

M. du Trembley expose des services de dessert, des plaques

de décors, etc, revêtues de son *émail ombrant*. Cet effet est dû à des reliefs ou à des cavités dans lesquelles le vernis se dépose sur des épaisseurs différentes, ce qui produit des jeux de lumière d'un effet très agréable.

Il en est de cette partie de l'exposition comme des cristaux, c'est au point de vue artistique qu'il faut la juger ; en nous y plaçant nous sortirions de notre spécialité.

GLACES, VERRES, CRISTAUX.

Les deux grandes manufactures de glaces de *Cirey* et de *Saint-Gobain*, suivant leur habitude, n'avaient envoyé à l'exposition que des glaces de mêmes dimensions et aussi imparfaites l'une que l'autre. Les petites glaces coulées de *Montluçon* leur faisaient honte par la perfection du dressage surtout..

Cette comparaison fait le plus bel éloge de la machine à dresser les glaces de *M. Carillon*, qu'emploie seule la fabrique de Montluçon ; c'est à l'emploi de cette machine, que les glaces belges de Sainte-Marie d'Oignies doivent aussi une partie de leur perfection. La machine de M. Carillon consiste en un rodoir circulaire en fonte monté sur un arbre vertical qui reçoit d'une machine à vapeur un mouvement de rotation ; le rodoir est soutenu par un contrepoids à levier et peut se soulever lorsqu'il rencontre des parties trop saillantes ; il ne peut pas descendre en dessous d'une limite qui lui est fixée. Le centre du rodoir est alimenté sans cesse par du sable et de l'eau. L'outil ainsi disposé est mobile, dans le sens de la largeur de la glace, sur une double glissière, dont la surface est assez grande pour que la verticalité de l'axe du rodoir soit assurée. Cette glissière est portée par un chariot guidé par deux règles en fonte dans le sens de la longueur de la pièce à dresser.

La gobeleterie en verre ne figure pas à l'exposition. On n'y remarque que la spécialité des instruments de laboratoire dont

quelques-uns, exposés par *M. Pochet-Deroche,* sont remarquables par la hardiesse de leur dimensions.

Nous ne nous arrêtons pas aux verres-à-vitre, ni aux bouteilles, bien que ces deux branches de la verrerie y fussent plus ou moins bien représentées.

Nous laissons aussi au jury le soin d'adresser des éloges aux fabricants de verres filigranés, de cristaux de Bohême doublés et triplés, qui tous portent le cachet du bon goût et laissent loin derrière eux les modèles vénitiens ou allemands qui leur ont servi à s'établir.

Parmi les nombreux cristaux exposés, l'attention était surtout attirée par des vases bleus en cristal demi transparent, portant des dessins de fleurs en noir qui paraissent fondus dans la pâte même du verre ; par des cristaux opaques blancs imitant la porcelaine; par le cristal, dit *obsidienne*, qui ressemble à cette roche ou, si l'on veut, au marbre noir.

Une nouvelle branche de fabrication est celle des *millefiori,* qui se débitent surtout en presse-papiers et en boutons de portes. Cette fabrication est très importante, puisque la valeur annuelle de ces produits s'élève à plusieurs centaines de mille francs. Les millefiori s'obtiennent en formant d'abord des faisceaux de baguettes de formes et de couleurs diverses; on en prend ensuite des tronçons qui offrent sur leur tranche des fleurs, des étoiles et mille autre dessins ; on les assemble et on les fixe au milieu d'une petite masse de verre transparent.

La cristallerie de *Clichy* qui s'occupe surtout de toutes ces nouveautés, a aussi exposé quelques essais de cristaux sans plomb : ce sont des borosilicates de potasse et de chaux, de potasse et de baryte, de potasse et de zinc, de soude et de zinc. Tous ces cristaux beaucoup plus légers que ceux à base de plomb sont beaux; ceux qui renferment du zinc sont les plus blancs ; les autres ont une légère teinte jaunâtre, bien que leur éclat soit aussi très vif. C'est là une fabrication nouvelle, dont la réussite est subordonnée au prix de l'acide borique, trop élevé actuellement pour en permettre immédiatement le développement.

Avant de terminer, nous nous rappelons la tôle *controxidée* de *M. Paris*. Son invention consiste en un émail qui paraît être un silicate ou peut-être un borosilicate de plomb, et dont il revêt les objets en fer qu'il veut préserver de la rouille. Cet émail est d'un gris foncé; la couche en est très mince, ce qui lui permet de suivre les mouvements de dilatation du métal. Nous avons ployé en divers sens une feuille de tôle *controxidée*, l'émail qu'on entendait cependant craquer, ne s'est ni fendu, ni séparé du métal. Plusieurs chimistes nous ont assuré que cet enduit résistait parfaitement aux acides, même à l'eau régale bouillante. En outre il résiste assez bien aux chocs, nous avons eu beaucoup de peine à détruire l'émail d'une capsule, en la frappant fortement contre le coin d'une table. La controxidation double à peu près le prix des objets y soumis, ceux-ci étant presque toujours des ustensiles de ménage ou de laboratoire. M. Paris applique aussi cet émail sur les tuyaux de cheminée, les tuyaux de conduite d'eau ou de gaz, les caisses à eau pour la marine, etc.

En terminant la revue des parties de l'exposition des produits de l'industrie française, dont vous m'avez chargé de vous rendre compte, Monsieur le ministre, j'éprouve le regret que les circonstances que j'ai eu l'honneur de vous dire, ne m'aient permis de vous présenter qu'un travail aussi superficiel que l'est celui que j'achève aujourd'hui. J'ai sans doute omis de parler d'objets qui eussent dû trouver place dans ce rapport, parce que je n'ai voulu y consigner que des choses que j'ai eu le temps d'étudier, ou sur lesquelles, tout au moins, j'ai pu obtenir des renseignements dignes de foi. Quoiqu'il en soit, il me reste au moins la conviction de n'avoir pas été tout à fait inutile et vous apprendrez avec plaisir, Monsieur le ministre, que les notes que j'ai rapportées de mon voyage, ont déjà été utiles à plusieurs industriels de notre pays.

Charleroy, le 10 octobre 1849.

Le sous-ingénieur des mines,
J. Gilon.

MINES.

CAISSES DE PRÉVOYANCE

EN FAVEUR DES OUVRIERS MINEURS.

NOTE

SUR LES COMPTES RENDUS DE L'ANNÉE 1848;

PAR M. AUG. VISSCHERS.

Les révolutions, les plus favorables aux libertés politiques, laissent des traces profondes de perturbation dans les intérêts matériels. Les peuples gagneraient en acquérant la conviction que les réformes morales, opérées successivement par le jeu naturel des institutions, sont infiniment préférables aux commotions violentes. Les comptes rendus des caisses de prévoyance des ouvriers mineurs, en 1848, nous donnent un exemple des pertes qu'une seule branche d'industrie a subies par le contre-coup des événements qui se sont accomplis dans un État voisin.

Le montant des salaires payés, en 1847, aux ouvriers appartenant aux exploitations de mines *associées* (1), avait été de 26,955,416 francs. En 1848, il n'a été que de 19,754,880. Le nombre des ouvriers employés par les établissements associés s'était élevé, en 1847, à 48,000 environ; en 1848, il a été de 43,500. Moins d'ouvriers ont travaillé ; le nombre de journées de chaque ouvrier, le montant de son salaire ont diminué.

Voici d'abord le résumé des comptes de recettes et de dépenses des différentes caisses :

(1) Les *Annales des Travaux Publics*, dans des articles successifs, ont fait connaître la constitution des caisses de prévoyance et le nombre des exploitations associées. Ce nombre n'a pas sensiblement varié pendant les dernières années.

V. t. VI, p. 305, et t. VII, p. 443.

DÉSIGNATION DES ASSOCIATIONS.	CAISSES COMMUNES DE PRÉVOYANCE			
	Retenues sur les salaires.	Subventions des exploitants.	Subsides de l'État.	[illegible]
	FR. C.	FR. C.	FR. C.	[illegible]
Caisse de Mons	42,785 34	42,785 34	16,500 »	[illegible]
— de Charleroy . . .	22,049 64	22,049 64	9,000 »	[illegible]
— du Centre	11,274 60	11,274 60	3,000 »	[illegible]
— de Liége.	26,859 15	26,859 15	12,000 »	[illegible]
— de Namur	1,638 75	3,277 49	2,500 »	[illegible]
— du Luxembourg . .	277 14	277 14	625 »	[illegible]
TOTAUX. . .	104,884 62	106,523 36	43,625 »	[illegible]

DÉSIGNATION DES ASSOCIATIONS.	CAISSES COMMUNES DE PRÉVOYANCE		
	Pensions et secours.	Instruction et amélioration morale.	[illegible]
	FR. C.	FR. C.	[illegible]
Caisse de Mons.	109,460 40	9,050 »	[illegible]
— de Charleroy.	65,364 32	»	[illegible]
— du Centre.	27,490 »	»	[illegible]
— de Liége.	50,302 71	»	[illegible]
— de Namur.	5,886 02	»	[illegible]
— du Luxembourg.	1,016 75	»	[illegible]
TOTAUX. . .	259,520 20	9,050 »	[illegible]

Les recettes totales des caisses s'étaient élevées ,en 1847, à fr. 800,857 93 c^{s}; en 1848, elles se sont bornées à la somme de fr. 653,280 73 c^{s}; diminution, fr. 147,577 20 c^{s}. Cette diminution provient uniquement de la réduction des salaires.

Relativement à leur origine, les recettes se sont réparties ainsi qu'il suit, en 1847 et 1848 :

TOTAL.	Caisses particulières de secours. Retenues sur les salaires.	Subventions des exploitants.	TOTAL.	TOTAL GÉNÉRAL.
FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.
120,500 85	80,749 »	39,424 35	120,173 35	240,674 20
66,280 67	61,540 16	11,079 75	72,619 91	138,900 58
27,344 28	12,186 47	3,039 07	15,225 54	42,569 82
84,243 95	123,934 01	13,002 35	136,936 36	221,180 31
8,039 12	» »	» »	» »	8,039 12
1,567 28	174 71	174 71	349 42	1,916 70
307,976 15	278,584 35	66,720 23	345,304 58	653,280 73

TOTAL.	CAISSES particulières de secours.	TOTAL GÉNÉRAL.	Avoir au 1er janvier 1849.	Charges au 1er janvier 1849.
FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.	FR. C.
123,792 81	118,870 14	242,662 95	248,405 39	49,809 20
68,546 02	66,375 95	134,921 97	223,573 27	28,567 95
28,018 60	15,518 20	43,536 80	61,465 27	28,884 »
51,810 31	121,921 76	173,732 07	378,174 63	62,776 10
6,317 13	» »	6,317 13	26,435 10	9,748 65
1,414 50	317 99	1,732 49	12,572 10	1,219 25
279,899 37	323,004 04	602,903 41	950,625 76	180,995 15

	1847.	1848.
Les ouvriers ont contribué pour . .	64 77	58 70
Les exploitants.	23 »	26 53
Les subsides de l'État	5 39	6 67
Les autres branches de revenus . .	6 84	8 10
	100 »	100 »

Les distributions des caisses ont aussi diminué en 1848. Au lieu d'une somme de fr. 634,390 94 c[e], dont la plus grande partie avait été affectée, en 1847, au payement des pensions et des secours, nous ne trouvons, en 1848, qu'une somme de fr. 602,903 41 c[e]; diminution, fr. 31,487 53 c[e]. Cette réduction de dépenses provient, en partie, de la diminution du nombre des accidents, qui suit assez exactement le nombre des journées de travail.

Cependant l'année 1848 a été signalée par un nombre assez élevé d'accidents : la sollicitude des ingénieurs des mines doit s'appliquer sans relâche, au moyen d'une surveillance sévère, à en diminuer le nombre.

Au Couchant de Mons, en 1847, les exploitations associées avaient compté 35 ouvriers tués, 81 grièvement blessés et 3 atteints d'anémie. En 1848, on a compté dans ces exploitations 21 ouvriers tués, 31 blessés plus ou moins grièvement et 4 atteints d'anémie. La diminution est due surtout au ralentissement des travaux.

Dans la caisse de l'arrondissement de Charleroy, les exploitations associées avaient compté, en 1847, 34 ouvriers tués et 99 blessés. En 1848, elles ont perdu 33 ouvriers, dont 23 ont été tués et 10 ont succombé aux suites de leurs blessures. En outre, 115 ont été plus ou moins grièvement blessés.

Dans la province de Liége, 123 ouvriers mineurs avaient été tués ou blessés plus ou moins grièvement en 1847; à l'exception de 6, tous faisaient partie de l'association (1). Dans le courant de 1848, 61 ouvriers mineurs ont été tués, 18 autres plus ou moins grièvement blessés. Tous ces ouvriers, à l'exception de 2, appartenaient à des exploitations affiliées.

Quelle cause maintient à un chiffre aussi élevé le nombre des accidents, dans une année où les travaux ont été ré-

(1) Un violent incendie qui a consumé les bâtiments de la houillère de *Marihaye*, y a occasionné, le 16 juillet, la mort de 40 personnes.

duits? Nous conjurons M. le ministre des travaux publics d'y porter son attention.

Nous eussions voulu pouvoir présenter, d'une manière complète et dans une forme synoptique, ces renseignements et quelques autres. Mais c'est en vain que nous avons insisté, à plusieurs reprises, pour que les commissions administratives des caisses adoptent, dans leurs comptes rendus, un cadre uniforme. L'impulsion devrait partir de l'administration centrale. Les premiers renseignements que devraient contenir les comptes rendus seraient sans doute le nombre moyen des ouvriers appartenant aux exploitations affiliées, le taux moyen des salaires, le nombre et la nature des accidents, l'âge et la condition des personnes pensionnées ou secourues. L'avantage d'un cadre uniforme serait de ne laisser ignoré aucun renseignement utile, et de rendre les résultats parfaitement comparables.

Les rapports de la commission de la caisse du Couchant de Mons sont, à beaucoup d'égards, les plus complets : ils contiennent une foule de renseignements intéressants.

Ainsi, dans cet arrondissement, on constate que les exploitations associées (au nombre de 29) avaient employé en 1847, en moyenne, 17,394 ouvriers, qui, ayant fait ensemble 5,306,016 journées, avaient travaillé, en moyenne, chacun 305 jours dans l'année. La somme des salaires s'était élevée à fr. 9,698,032; divisée par 305 jours, elle donnait une dépense journalière, en salaires, de fr. 31,796 82 c^s; chaque ouvrier avait reçu en moyenne, par journée de travail, fr. 1 83 c^s.

En 1848, les mêmes exploitations associées ont employé 15,369 ouvriers, qui, ayant fait ensemble 4,281,309 journées, n'ont travaillé, en moyenne, chacun que 278 jours et demi dans l'année. Environ un huitième des ouvriers a été obligé de chômer; perte considérable pour un grand nombre d'eux. Le nombre des journées de travail a été réduit d'un cinquième; les ouvriers assez heureux pour être occupés, ont vu le nombre de leurs journées réduit d'un onzième.

Les mêmes effets se sont fait remarquer dans les salaires. La somme payée, en 1848, a été de fr. 7,475,462; divisée par 278 jours et demi de travail, elle a donné une dépense journalière de fr. 26,841 87 c^{s}; chaque ouvrier a reçu en moyenne, par journée de travail, fr. 1 74 c^{s}. La somme totale des salaires a diminué d'environ un quart (23 p. c.). Chaque ouvrier occupé avait reçu, en moyenne, une somme de 557 francs, pour son travail, en 1847; celui qui a été assez favorisé pour trouver de l'emploi en 1848, n'a touché, en moyenne, que 480 francs pour son travail de toute l'année. En 1847, il pouvait disposer, par jour, d'une somme de fr. 1 52 c^{s}. Cette somme si modique a été réduite à fr. 1 31 c^{s}, en 1848.

Les données ci-dessus sont approximatives, ainsi que l'indiquent les rapports; elles résultent des déclarations faites par les exploitants. Les salaires sont indiqués en moyenne : les hommes faits, au Couchant de Mons, touchent un salaire de 3 francs à fr. 3 50 c^{s} par jour; les enfants de 12 ans ou à peu près gagnent, par jour, 50, 75 ou 80 centimes.

En 1847, dans la caisse de Mons, 860 personnes secourues avaient reçu ensemble fr. 94,820 91 c^{s}, ou fr. 110 25 c^{s} par personne. En 1848, 935 personnes ont été secourues; elles ont reçu ensemble fr. 104,288 82 c^{s}, ou fr. 111 53 c^{s} par personne. Tandis que les dépenses de 1847 n'avaient été que de fr. 114,166 26 c^{s}, celles de 1848 se sont élevées à fr. 123,792 81 c^{s}. Ainsi, diminution dans les recettes, d'une part, et d'autre part, accroissement dans les dépenses.

Au 1er janvier 1848, l'avoir de la caisse de Mons s'élevait à fr. 255,697 35 c^{s}; au 1er janvier 1849, il était descendu au chiffre de fr. 248,405 39 c^{s}.

Les exploitants du Couchant de Mons ont senti qu'il fallait un remède à un tel état de choses. L'assemblée générale a voté différents changements aux statuts pour la nouvelle période décennale, dans laquelle elle entrera à partir du

1er janvier 1851. La contribution a été portée de 1 à $1\frac{1}{2}$ p. c. des salaires, depuis le dernier trimestre de 1848. Moitié continuera d'en être supportée par les ouvriers, moitié par les exploitants (1). La commission administrative a, en même temps, réduit d'un sixième le taux des pensions et secours. Elle veut bien reconnaître (p. 22 du rapport de 1848) les efforts que nous avons faits près d'elle pour la faire entrer dans cette voie d'économie.

L'assemblée générale des exploitants de la province de Namur a adopté la même marche, en portant à *deux pour cent*, à partir du 1er janvier 1850, le taux de la contribution au profit de la caisse.

Voici, pour les différentes caisses, le résumé des recettes et des dépenses depuis l'époque de leur institution jusqu'au 31 décembre 1848, et l'indication de leur avoir au 1er janvier 1849 :

DÉSIGNATION des ASSOCIATIONS.	RECETTES.	DÉPENSES.	AVOIR AU 1er JANVIER 1849.
	FR. C.	FR. C.	FR. C.
Caisse de Mons.	896,092 81	647,687 42	248,405 39
— de Charleroy . .	503.516 80	279,943 53	223,573 27
— du Centre	189,256 21	127,790 94	61,465 27
— de Liége.	583,619 32	253,617 08	378.174 63(2)
— de Namur . . .	79,504 09	53,148 99	26,435 10
— du Luxembourg.	17,737 81	5,165 71	12,572 10
TOTAUX. . .	2,271,807 04	1,367,353 67	950,625 76

(1) Nous appelons sur cette conduite de nos exploitants de mines l'attention des économistes, en particulier de ceux qui croient à un antagonisme perpétuel dans les rapports entre les maîtres et leurs ouvriers. En y comprenant les sommes versées pour suppléer à l'insuffisance des caisses locales de secours, telle société exploitante supporte, de ce chef, une dépense annuelle de sept ou huit mille francs. La contribution volontaire de la société du *Grand-Hornu* a été, en 1848, de fr. 15,633 81 c.

(2) Y compris le capital d'une rente 5 p. c. belge, de fr. 2.494 80 c, provenant du restant des souscriptions faites dans l'empire français, en 1812, après l'inondation de la houillère du *Beaujonc*.

La caisse de Liége, gérée très-économiquement, est celle qui, comparativement, est dans la meilleure situation. On peut prévoir toutefois que les charges s'accroissant chaque année, les ressources de toutes les caisses deviendront insuffisantes. Les exploitants du *Centre* se proposent d'élever, à partir du 1er janvier 1851, de $1\frac{1}{2}$ à 2 p. c. le taux des contributions, en réservant un demi pour cent aux caisses particulières. Cet exemple devra être imité partout : il en résultera un faible accroissement des charges, et une augmentation notable dans la somme des bienfaits à répandre chaque année.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

I.

ORGANISATION DES ADMINISTRATIONS CENTRALES.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, salut.

Sur la proposition de notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. Le ministère des travaux publics comprend, indépendamment du cabinet du ministre, les administrations centrales ci-après :

1° Le secrétariat général;
2° L'administration des ponts et chaussées et des mines;
3° L'administration des chemins de fer et des postes.

CHAPITRE Ier.

CABINET DU MINISTRE.

Art. 2. Les attributions principales du cabinet sont :

La réception et l'ouverture des dépêches; la correspondance particulière; les demandes d'audience; les affaires d'une nature confidentielle; les affaires que le ministre se réserve; les recherches ou études propres à faciliter le travail du ministre.

Art. 3. Le cabinet est dirigé par un secrétaire particulier que le ministre choisit, soit dans les administrations centrales, soit en dehors. Dans ce dernier cas, il est nommé par le roi. Son traitement, et, s'il y a lieu, son grade dans l'une des administrations du ministère des travaux publics, sont réglés par arrêté royal.

Art. 4. Le ministre attache au secrétaire particulier, suivant les besoins, un ou plusieurs employés des administrations centrales.

CHAPITRE II.

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL.

Art. 5. Le secrétariat général comprend cinq bureaux, dont les attributions sont réglées ainsi qu'il suit :

Premier bureau. Budget ; comptabilité générale ;

Deuxième bureau. Sommier général du personnel de tous les services ressortissant au département ; pensions des fonctionnaires et employés ; caisse de secours ;

Troisième bureau. Matériel ; bibliothèque ; archives ; service intérieur des bureaux ;

Quatrième bureau. Indicateur général et expédition ;

Cinquième bureau. Contentieux et affaires générales.

A la tête de ces bureaux est placé un directeur.

Art. 6. Le personnel du secrétariat général est composé de :

1 secrétaire général,
1 directeur,
5 chefs de bureau,
2 commis de première classe,
5 commis de deuxième classe,
12 commis de troisième classe,
9 expéditionnaires,
4 surnuméraires.

Art. 7. La classification hiérarchique des grades et les traitements sont fixés ainsi qu'il suit :

N° D'ORDRE.	CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE DES GRADES.	TRAITEMENT.
1	Secrétaire général	8,400 à 9,000
2	Directeur	5,500 à 6,500
3	Chef de bureau.	3,000 à 4,000
4	Premier commis.	2,100 à 2,400
5	Second commis.	1,500 à 1,800
6	Troisième commis	1,000 à 1,200
7	Expéditionnaire	800 à 1,000
8	Surnuméraire.	»

Art. 8. Indépendamment des attributions spéciales qui lui sont confiées à l'égard de tous les services ressortissant au ministère des travaux publics, le secrétaire général dirige, sous l'autorité immédiate du ministre, les services qui dépendent du secrétariat général.

CHAPITRE III.

ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES.

Art. 9. L'administration des ponts et chaussées et des mines est dirigée au département par un directeur général. Ce fonctionnaire préside le comité et les conseils institués par les arrêtés organiques des corps des ponts et chaussées et des mines. Il a la haute inspection des grands travaux d'utilité publique.

Ladite administration comprend :

1° Un service d'inspection ;

2° Une direction des routes et des mines ;

3° Une direction des travaux hydrauliques et des chemins de fer en construction.

Art. 10. Un inspecteur général est chargé du service d'inspection des ponts et chaussées. Il pourra lui être attaché un sous-ingénieur et un commis.

Cet inspecteur a la surveillance des services en province. Il concourt, sous les ordres du directeur général, à l'expédition des affaires à l'administration centrale.

Art. 11. La direction des routes et des mines comprend deux bureaux, dont les attributions sont réglées ainsi qu'il suit :

Premier bureau. Construction et entretien des routes; police du roulage et de la voirie; barrières; plantations; subsides pour travaux de construction de routes; construction et entretien des bâtiments civils de l'État.

Deuxième bureau. Concession de mines; mesures de police; règlement des redevances des mines; autorisation d'établir des usines minéralurgiques; caisses de prévoyance; statistique; police des chaudières à vapeur; procédés nouveaux; annales des travaux publics; comptabilité de la direction.

Art. 12. La direction des travaux hydrauliques et des chemins de fer en construction comprend deux bureaux, dont les attributions sont réglées ainsi qu'il suit :

Premier bureau. Travaux hydrauliques; rivières; canaux; poldres; ports et côtes; passages d'eau; desséchements; irrigations; péages; plantations; police de la navigation.

Deuxième bureau. Construction des chemins de fer, soit par l'État, soit par des sociétés concessionnaires; affaires générales; personnel des fonctionnaires et agents subalternes ressortissant aux administrations des ponts et chaussées et des mines; écoles du génie civil et des mines dans leurs rapports avec le département des travaux publics; comptabilité de la direction.

Art. 13. Indépendamment des conseils institués par les arrêtés organiques des corps des ponts et chaussées et des mines, il est créé, près du ministère des travaux publics, un conseil commun des ponts et chaussées et des mines, composé ainsi qu'il suit :

Le directeur général, *président;*

L'inspecteur général des ponts et chaussées;

L'ingénieur en chef attaché à la direction générale, *secrétaire;*

Les deux directeurs;

Un ou plusieurs ingénieurs en chef en province, à désigner par le ministre chaque fois que le conseil sera convoqué.

Le conseil général des ponts et chaussées et des mines aura à examiner toutes les questions que le ministre jugera à propos de lui soumettre.

Art. 14. Le personnel de la direction générale de l'administration des ponts et chaussées et des mines est composé de :

1 directeur général,
1 inspecteur général des ponts et chaussées,
1 ingénieur en chef des ponts et chaussées,
2 directeurs,
4 chefs de bureau,
1 ingénieur des ponts et chaussées,
2 commis de première classe,
1 sous-ingénieur des ponts et chaussées,
1 conducteur des ponts et chaussées,
5 commis de deuxième classe,
4 commis de troisième classe,
1 surnuméraire.

Art. 15. La classification hiérarchique des grades et les traitements sont fixés ainsi qu'il suit :

Nº D'ORDRE.	CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE DES GRADES.	TRAITEMENT.
1	Directeur général	9,000
2	Inspecteur général	8,000
3	Ingénieur en chef	5,200 à 6,300
	Directeur	5,500 à 6,500
4	Chef de bureau	3,000 à 4,000
	Ingénieur ordinaire	2,600 à 3,800
5	Commis de 1re classe	2,100 à 2,400
	Sous-ingénieur	2,000 à 2,400
	Conducteur de 1re classe	2,400
6	Commis de 2e classe	1,500 à 1,800
7	Commis de 3e classe	1,000 à 1,200
8	Surnuméraire	»

CHAPITRE IV.

ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER ET DES POSTES.

Art. 16. L'administration des chemins de fer et des postes est dirigée au département par un directeur général.

Cette administration comprend :

1° Un service d'inspection ;

2° Une direction des chemins de fer;

3° Une direction des postes ;

4° Un contrôle du timbre des coupons du chemin de fer et du timbre d'affranchissement des postes.

Art. 17. Le service d'inspection est confié à trois inspecteurs :

1° Un inspecteur général du service technique;

2° Un inspecteur général du service commercial;

3° Un inspecteur général des postes.

Il pourra être attaché au premier un sous-ingénieur et un commis, et à chacun des deux autres un commis.

Les inspecteurs ont la surveillance des services extérieurs; ils concourent, sous les ordres du directeur général, à l'expédition des affaires à l'administration centrale.

Art. 18. La direction des chemins de fer comprend trois bureaux, dont les attributions sont réglées ainsi qu'il suit :

Premier bureau. Service technique;

Deuxième bureau. Service commercial;

Troisième bureau. Service de vérification des recettes et du magasin central; personnel; comptabilité de la direction.

Art. 19. La direction des postes comprend trois bureaux, dont les attributions sont réglées ainsi qu'il suit :

Premier bureau. Affaires générales; comptabilité des dépenses; vérification des produits; service des articles d'argent;

Deuxième bureau. Transports des dépêches; relais; messageries; service rural;

Troisième bureau. Franchise et contre-seing; rebuts; matériel.

Art. 20. Il est institué, au département des travaux publics, un conseil des chemins de fer et des postes. Ce conseil est composé ainsi qu'il suit :

Le directeur général, *président;*

Les trois inspecteurs;

Les deux directeurs, dont l'un remplira les fonctions de secrétaire;

Un fonctionnaire, soit du département, soit du service extérieur, à désigner par le ministre.

Le ministre pourra appeler, dans le sein du conseil, un ou plu-

sieurs directeurs du service extérieur. Toutefois, ces derniers n'ont pas voix délibérative.

Le conseil des chemins de fer et des postes aura à examiner toutes les questions que le ministre jugera à propos de lui soumettre.

Art. 21. Le personnel de la direction générale des chemins de fer et des postes est composé de :

1 directeur général,
3 inspecteurs généraux,
2 directeurs,
6 chefs de bureau,
2 contrôleurs,
10 commis de 1re classe,
1 sous-ingénieur,
15 commis de 2e classe;
29 — de 3e classe;
4 surnuméraires.

Art. 22. La classification hiérarchique des grades et les traitements sont fixés ainsi qu'il suit :

Nº D'ORDRE.	CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE DES GRADES.	TRAITEMENT.
1	Directeur général	9,000
2	Inspecteur général	8,000
3	Directeur	5,500 à 6,500
4	Chef de bureau	3,000 à 4,000
5	Contrôleur	3,000 à 3,800
6	Commis de 1re classe	2,100 à 2,400
	Sous-ingénieur	2,000
7	Commis de 2e classe	1,500 à 1,800
8	Commis de 3e classe	1,000 à 1,200
9	Surnuméraire	»

CHAPITRE V.

DÉLÉGATIONS ET RELATIONS DE SERVICE.

Art. 23. Le secrétaire général et les directeurs généraux travaillent directement avec le ministre.

Art. 24. Le ministre signe les décisions et les pièces autres que celles dont il a expressément délégué la signature.

Art. 25. Pour faciliter l'expédition des affaires, le ministre peut, sous les conditions et dans les limites qu'il détermine, déléguer au secrétaire général et aux directeurs généraux une partie des pouvoirs qui lui sont confiés.

En cas d'absence ou d'empêchement, le ministre pourvoit à l'exercice des attributions déléguées.

Art. 26. Sauf les ordres contraires du ministre, tous les projets de dépêches, arrêtés et autres pièces de service sont soumis au ministre par l'intermédiaire du secrétaire général.

Art. 27. Le secrétaire général soumet au ministre, après les avoir coordonnées, les propositions des directeurs généraux pour la formation du budget.

Art. 28. Le ministre peut réunir le conseil des ponts et chaussées et des mines, et celui des chemins de fer et des postes en une seule assemblée, présidée par lui ou par le secrétaire général, pour l'examen des questions intéressant à la fois les différents services du département.

Lorsque l'assemblée est présidée par le ministre, le secrétaire général en fait partie comme membre délibérant.

Art. 29. Le secrétaire général et les directeurs d'administration ont la direction et la responsabilité du travail des fonctionnaires et employés sous leurs ordres.

Art. 30. Les inspecteurs reçoivent directement du ministre, soit par son initiative, soit sur la proposition des directeurs généraux, les missions, les ordres de tournées et les instructions y relatives.

Avant leur départ, ils confèrent, avec le directeur général, sur les points de service qui doivent plus particulièrement fixer leur attention.

Art. 31. Les fonctionnaires et employés sont subordonnés selon l'ordre hiérarchique de leur grade, tel qu'il est établi aux articles 7, 15 et 22.

Art. 32. Le rang des fonctionnaires et employés de même grade est déterminé, dans chacune des administrations centrales, par la date de l'arrêté de nomination. Si les nominations portent la même date, l'âge décide la préséance.

Art. 33. Le ministre fixe, par un règlement d'ordre intérieur, conformément aux principes du présent arrêté, les relations de

service, les devoirs des fonctionnaires et employés, et toutes les mesures relatives au travail et à l'ordre des bureaux.

Il règle également tout ce qui concerne les huissiers et gens de service.

CHAPITRE VI.

NOMINATION. — SURNUMÉRARIAT. — AVANCEMENT.

Art. 34. Les fonctionnaires et employés du grade de deuxième commis et au-dessus sont nommés et révoqués par le roi.

Le ministre nomme et révoque les autres employés.

Art. 35. Les candidats qui se présentent pour être reçus au nombre des surnuméraires sont admis, en cette qualité, par décision du ministre.

Ils doivent fournir la preuve :

a. Qu'ils ont satisfait aux lois sur la milice et, s'il y a lieu, aux lois sur la garde civique ;

b. Qu'ils sont âgés de plus de 19 ans et de moins de 30 ans.

Ceux qui ne seront points porteurs d'un diplôme de docteur ou de candidat en droit, en sciences ou en philosophie et lettres, ne seront admis qu'après avoir subi un examen devant une commission et d'après un programme à déterminer par le ministre.

Art. 36. La durée du surnumérariat est fixée à deux ans au moins.

Art. 37. Nul ne sera pourvu d'un emploi de commis sans avoir subi un examen devant une commission et d'après un programme à déterminer par le ministre.

Art. 38. Nul n'est promu à un grade supérieur avant d'avoir servi, au moins deux ans comme titulaire, dans le grade immédiatement inférieur.

De même, nul n'obtient une augmentation de traitement avant deux ans de service dans son grade.

Art. 39. Il peut néanmoins être dérogé à l'article précédent, si les intérêts de l'administration l'exigent, ou lorsqu'il s'agit de récompenser, soit des services dont l'importance a été dûment constatée, soit des preuves d'une capacité ou d'un zèle extraordinaire.

Dans ces cas, quel que soit le grade de l'employé nommé, sa nomination sera faite par arrêté royal motivé.

Art. 40. Les avancements ne sont accordés que par suite de vacances, dans les limites de la hiérarchie établie et des traitements fixés pour chaque emploi.

Art. 41. Le grade ne peut être séparé du traitement.

CHAPITRE VII.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 42. Avant d'entrer en fonctions, les fonctionnaires et employés de l'administration centrale prêtent, entre les mains du ministre, le serment prescrit par la loi.

Art. 43. Les fonctionnaires et employés de l'administration centrale ne peuvent gérer simultanément aucun autre emploi rétribué par l'État, les provinces, les communes ou les administrations publiques.

Il leur est interdit d'accepter aucun mandat électif, d'exercer aucune profession lucrative, de faire, soit par eux-mêmes, soit sous le nom de leur épouse ou de toute autre personne interposée, aucun commerce, ou de participer à la direction ou à l'administration de toute société ou établissement industriel.

Le ministre pourra, dans des cas particuliers, relever des interdictions établies par les deux paragraphes précédents.

Art. 44. Les fonctionnaires et employés ne peuvent s'absenter sans une autorisation du ministre.

Sauf le cas de maladie, dûment constatée, les congés de plus de quinze jours ne sont accordés qu'avec privation de traitement.

Si un fonctionnaire ou employé s'absente sans autorisation, ou dépasse le terme de son congé, il est privé de traitement pour le temps pendant lequel son absence a eu lieu ou a été prolongée indûment, sans préjudice d'autres peines disciplinaires, s'il y a lieu.

La portion de traitement non payée en cas d'absence ou de congé, est dévolue à la caisse des veuves et orphelins du département des travaux publics, conformément à la loi du 21 juillet 1844 et à l'arrêté royal du 23 juin 1849.

Art. 45. Les peines disciplinaires à appliquer selon la gravité des faits sont :

L'avertissement simple ;
La réprimande ;
La privation de traitement ;
La suspension ;
La révocation.

En tous cas, l'employé sera préalablement entendu.

Art. 46. L'avertissement simple et la réprimande sont donnés aux fonctionnaires et employés, soit par le ministre, soit par le secrétaire général, soit par les directeurs généraux.

La privation de traitement est prononcée par le ministre, pour un terme qui ne peut excéder deux mois.

La suspension entraîne l'interdiction d'exercer les fonctions et la privation du traitement ; elle est prononcée par le ministre pour un terme qui ne peut excéder six mois.

Art. 47. La réprimande, la privation de traitement et la suspension sont portées sur les états de services.

La mention peut en être supprimée par décision du ministre.

Art. 48. Le montant des retenues opérées sur les traitements, en vertu de peines disciplinaires, est versé à la caisse des veuves et orphelins, conformément à la loi du 21 juillet 1844 et à l'arrêté royal du 23 juin 1849.

CHAPITRE VIII.

DISPOSITIONS TRANSITOIRES.

Art. 49. Les fonctionnaires des administrations extérieures qui seront appelés à l'administration centrale, par suite de la présente organisation, pourront obtenir un traitement plus élevé que ceux déterminés aux articles 15 et 22, si le traitement dont ils jouissent aujourd'hui est supérieur à celui de leur nouvel emploi.

Art. 50. Les fonctionnaires et employés de l'administration centrale qui jouissent actuellement d'un traitement supérieur à

celui qui est fixé par les articles 7, 15 et 22 pour l'emploi qu'ils occupent, conserveront ce traitement à titre personnel.

Art. 51. Les fonctionnaires et employés de l'administration centrale qui reçoivent un traitement inférieur au taux *minimum* fixé par les mêmes articles pour l'emploi qu'ils occupent, recevront le complément de ce traitement à mesure que les vacances de places et les avancements le permettront.

Notre ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 27 janvier 1850.

LÉOPOLD.

PAR LE ROI :

Le ministre des travaux publics,

H. ROLIN.

INSPECTION GÉNÉRALE DES MINES.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, salut.

Sur la proposition de notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. Le sieur Devaux (Jean-Adolphe-Joseph), inspecteur général des mines, est attaché, en la même qualité, à titre personnel, à la direction générale des ponts et chaussées et des mines, établie à l'administration centrale du département des travaux publics. Son traitement est fixé à neuf mille francs.

Art. 2. Il aura, dans l'ordre hiérarchique des fonctionnaires de l'administration centrale, le même rang que les autres inspecteurs généraux.

Art. 3. Il exercera ses fonctions conformément aux articles 10 et 30 de l'arrêté organique de l'administration centrale du dépar-

tement des travaux publics, et aux dispositions du règlement d'ordre intérieur qui sera arrêté par notre ministre.

Art. 4. Il sera membre du conseil des ingénieurs des mines et du conseil commun des ponts et chaussées et des mines, institués au département.

Notre ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 27 janvier 1850.

LÉOPOLD.

PAR LE ROI :

Le ministre des travaux publics,

H. ROLIN.

II.

RÈGLEMENT D'ORDRE INTÉRIEUR.

LE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS,

Vu l'arrêté royal du 27 janvier 1850, portant organisation des administrations centrales du ministère des travaux publics, et notamment les articles 23 à 27, 29, 30 et 33 ainsi conçus :

« Art. 23. Le secrétaire général et les directeurs généraux « travaillent directement avec le ministre.

« Art. 24. Le ministre signe les décisions et les pièces autres « que celles dont il a expressément délégué la signature.

« Art. 25. Pour faciliter l'expédition des affaires, le ministre « peut, sous les conditions et dans les limites qu'il détermine, « déléguer au secrétaire général et aux directeurs généraux, une « partie des pouvoirs qui lui sont confiés.

« En cas d'absence ou d'empêchement, le ministre pourvoit à « l'exercice des attributions déléguées.

« Art. 26. Sauf les ordres contraires du ministre, tous les pro-

« jets de dépêches, arrêtés et autres pièces de service sont sou-
« mis au ministre, par l'intermédiaire du secrétaire général.

« Art. 27. Le secrétaire général soumet au ministre, après les « avoir coordonnées, les propositions des directeurs généraux « pour la formation du budget.

« Art. 29. Le secrétaire général et les directeurs d'adminis- « tration ont la direction et la responsabilité du travail des fonc- « tionnaires et employés sous leurs ordres.

« Art. 30. Les inspecteurs reçoivent directement du ministre, « soit par son initiative, soit sur la proposition des directeurs « généraux, les missions, les ordres de tournées et les instruc- « tions y relatives.

« Avant leur départ, ils confèrent avec le directeur général « sur les points de service qui doivent plus particulièrement « fixer leur attention.

« Art. 33. Le ministre fixe, par un règlement d'ordre inté- « rieur, conformément aux principes du présent arrêté, les rela- « tions de service, les devoirs des fonctionnaires et employés, et « toutes les mesures relatives au travail et à l'ordre des bureaux.

« Il règle également tout ce qui concerne les huissiers et gens « de service. »

Voulant pourvoir à l'exécution de l'arrêté organique, en réglant les dispositions d'ordre intérieur,

ARRÊTE :

CHAPITRE Ier.

RÉCEPTION DES DÉPÊCHES.

Art. 1er. Toutes dépêches ou lettres de service doivent être adressées au ministre.

Art. 2. La correspondance, ouverte au cabinet du ministre, est remise, après que le ministre en a pris connaissance, au secrétaire général.

Toutes les pièces sont enregistrées à l'indicateur général, et distribuées, par les soins du secrétaire général, aux chefs d'administration qu'elles concernent.

Toutefois, les pièces urgentes seront transmises directement aux chefs d'administration.

Art. 3. Toute pièce parvenue dans les bureaux, sans avoir été enregistrée à l'indicateur général, doit être renvoyée immédiatement au secrétariat général, pour être soumise à cette formalité.

Ce renvoi aura lieu également dans le cas où une dépêche aurait été adressée par erreur à une administration que l'affaire ne regarde pas.

CHAPITRE II.

TRAVAIL DES BUREAUX.

Art. 4. Les directeurs généraux renvoient les dépêches aux directeurs, qui veillent à ce qu'on les enregistre et qu'on y donne suite dans leurs bureaux.

S'il y a lieu à l'envoi préalable de l'affaire à l'examen des inspecteurs généraux, les directeurs généraux en font mention dans une note jointe à la pièce et qui restera au dossier de la direction.

Art. 5. Toutes les minutes des dépêches et des arrêtés sont parafées par les chefs de bureau, par les directeurs et par les directeurs généraux.

Elles indiquent en marge le nom du rédacteur, la date de la rédaction, la date de l'approbation, la date et l'heure de la remise à l'expédition, la date de l'envoi à la signature, la date de l'envoi à destination.

Art. 6. Tous les projets de dépêches, décisions, etc., dont la signature n'est pas déléguée aux directeurs généraux, sont soumis au ministre, par l'intermédiaire du secrétaire général, qui les revêt de son visa.

Les pièces revêtues de l'approbation du ministre sont renvoyées, par l'intermédiaire du secrétaire général, aux chefs d'administration.

Art. 7. Les minutes parafées par le ministre ou, dans les limites des délégations qu'ils ont reçues, par les chefs d'administration, sont séparées des dossiers par les soins de la direction qu'elles concernent, et transmises au bureau d'expédition avec les annexes qui doivent y être jointes.

Art. 8. Les pièces portant la mention d'urgence sont toujours expédiées en premier lieu.

Art. 9. Un registre général de sortie sera tenu, en forme de journal, au bureau d'expédition.

Art. 10. Les minutes expédiées sont renvoyées, chaque jour, par le bureau d'expédition, aux administrations qu'elles concernent. L'indicateur particulier en donne décharge dans un registre spécial.

Art. 11. Ces minutes sont ensuite enregistrées et classées dans leurs dossiers respectifs.

Art. 12. Un inventaire est joint à chaque dossier, et les pièces du dossier sont numérotées dans l'ordre de cet inventaire.

CHAPITRE III.

SIGNATURE ET DÉLÉGATIONS.

Art. 13. Le ministre signe toutes les pièces dont il n'a pas expressément délégué la signature, spécialement les ordres de tournées et les instructions données aux inspecteurs généraux.

Art: 14. Peuvent être signés par le secrétaire général, au nom du ministre :

1° La correspondance, à raison d'affaires relatives aux services du secrétariat général, lorsqu'elle concerne les actes ordinaires d'instruction, les demandes de renseignements, les simples informations, les accusés de réception, les lettres de rappel, les bulletins de transmission ;

2° Les annonces d'adjudications, pour les fournitures nécessaires à l'administration centrale du département ;

3° Les commissions délivrées en vertu d'arrêtés de nominations ;

4° Les ordonnances de payement et les envois de pièces à la cour des comptes.

Art. 15. Le secrétaire général, et, à son défaut, le directeur au secrétariat général, est spécialement délégué pour recevoir toutes les significations judiciaires notifiées au département des travaux publics.

Art. 16. Le secrétaire général a seul qualité pour certifier et

délivrer les extraits ou copies des pièces appartenant aux archives du ministère.

Art. 17. En l'absence du ministre, et s'il n'y a pas été autrement pourvu, le secrétaire général a la signature des affaires courantes ou actes de correspondance journalière dont la signature est réservée au ministre par l'art. 13.

Art. 18. Les directeurs généraux peuvent signer, au nom du ministre, la correspondance, à raison d'affaires rentrant dans leurs attributions, ainsi qu'il est indiqué ci-dessus pour le secrétaire général. (Art. 14 § 1er.)

Art. 19. Le directeur général des ponts et chaussées et des mines est spécialement délégué pour signer, au nom du ministre, la correspondance, et pour statuer sur les affaires qui suivent :

1° La convocation du comité permanent, institué par l'art. 25 de l'arrêté organique du corps des ponts et chaussées;

2° Les avis annonçant les adjudications publiques d'entreprises de fournitures ou de travaux à effectuer en vertu de cahiers de charges arrêtés par le ministre;

3° Les propositions d'emploi des sommes à valoir portées aux cahiers des charges et comprises dans les prix d'adjudication, et celles relatives à l'exécution de travaux urgents ou autres en dehors des baux d'entretien ou contrats, lorsque, dans l'un et l'autre cas, ces propositions ne doivent pas entraîner une dépense de plus de 2,000 francs;

4° Les autorisations de remboursement de cautionnements;

5° Les congés aux agents du service extérieur, qui ne dépassent pas quinze jours; les punitions disciplinaires à infliger à ces agents et qui n'entraînent pas une retenue de traitement de plus de quinze jours;

6° Les demandes d'alignement pour construction, reconstruction ou réparation de bâtisses longeant la grande voirie ou les rivières et canaux, ainsi que d'établissement de clôtures de toute espèce;

7° Les autorisations de planter sur des terrains riverains; abatage ou élagage d'arbres isolés;

8° Les autorisations à accorder, à titre de tolérance, aux fins : *a.* de construire des embarcadères ou des débarcadères le long des canaux et rivières navigables; *b.* d'établir des dépôts temporaires de minerais ou autres matières, le long et sur les dépen-

dances des rivières et canaux ; *c.* de construire des aqueducs passant sous les routes ou débouchant dans le lit des rivières et canaux navigables ; *d.* de construire des rampes ou autres moyens d'abordage ; *e.* de placer des cordes en travers du lit des rivières et canaux pour faciliter le service des passages d'eau ;

9° Les avis à émettre sur la possibilité de donner en location des terrains dépendant des rivières et canaux et réservés pour leur service.

Art. 20. Le directeur général des chemins de fer et des postes est spécialement délégué pour signer, au nom du ministre, la correspondance et pour statuer sur les affaires qui suivent :

1° Les avis annonçant les adjudications publiques d'entreprises de fournitures et de travaux à effectuer en vertu des cahiers des charges arrêtés par le ministre ;

2° Les remboursements de cautionnements ;

3° Les congés aux agents du service extérieur qui ne dépassent pas quinze jours ; les punitions disciplinaires à infliger à ces agents, et qui n'entraînent pas une retenue de traitement de plus de quinze jours ;

4° Les transports gratuits d'indigents et les transports à prix réduits, conformément aux dispositions en vigueur ;

5° Les autorisations de bâtir ou de planter, et les alignements ;

6° Les envois de quittances de versement ;

7° Les états de salaires des ouvriers du chemin de fer ;

8° La liquidation des états de camionage ;

9° Les indemnités à accorder pour pertes et avaries, jusqu'à concurrence de 50 francs ;

10° La régularisation des pièces constatant des dépenses faites jusqu'à concurrence de 300 francs ;

11° Les propositions d'emploi des sommes à valoir portées aux cahiers des charges et comprises dans les prix d'adjudication, et celles relatives à l'exécution de travaux urgents ou autres en dehors des baux d'entretien ou contrats, lorsque, dans l'un et l'autre cas, ces propositions ne doivent pas entraîner une dépense de plus de 2,000 francs ;

12° Les restitutions de frais de remplacement payés par des facteurs ou messagers-piétons malades ;

13° Les états statistiques et les décomptes avec les offices étrangers ;

14° Les modifications des heures de départ ou d'arrivée des services de transports;

15° Les changements de tournées des facteurs ruraux;

16° Le placement de boîtes dans les communes;

17° Les réclamations de lettres, et la correspondance avec le public relative aux rebuts;

18° La correspondance courante relative au renvoi des rebuts aux offices étrangers.

Art. 21. En cas d'absence ou d'empêchement du secrétaire général ou des chefs d'administration, le ministre pourvoit à leur remplacement, pour l'exercice des attributions qui leur sont propres ou qui leur sont déléguées.

CHAPITRE IV.

DES CONSEILS.

Art. 22. Les conseils institués par les articles 13 et 28 de l'arrêté organique des administrations centrales du département délibèrent sur les affaires soumises à leur examen par le ministre, et font spontanément les propositions qu'ils jugent convenir dans l'intérêt du service.

Art. 23. Le conseil des chemins de fer et des postes, institué par l'art. 20 du même arrêté, est entendu sur toutes les questions qui concernent le personnel, sauf sur celles relatives à la suspension et au déplacement des agents de ces administrations; il donne son avis sur les questions d'art, d'administration et de police qui lui sont soumises par le ministre.

Art. 24. Ces conseils soumettent à l'approbation du ministre un règlement d'ordre intérieur pour la marche de leurs travaux.

Art. 25. Le directeur au secrétariat général prend part aux délibérations du conseil institué par l'art. 28 de l'arrêté organique.

CHAPITRE V.

DES INSPECTEURS GÉNÉRAUX.

Art. 26. Les inspecteurs généraux travaillent directement avec le ministre.

Art. 27. Les affaires qui doivent faire l'objet des délibérations des conseils institués par les arrêtés organiques des corps des ponts et chaussées et des mines sont, à moins d'urgence, renvoyées à l'examen préalable de l'inspecteur général qu'elles concernent. Ce fonctionnaire adresse, sur ces affaires, au directeur général, des rapports que celui-ci communique au conseil, soit qu'il s'y réfère, soit qu'il juge convenable de faire d'autres propositions que celles qui y sont formulées.

Art. 28. Sont en outre renvoyés à l'examen :

1° De l'inspecteur général des ponts et chaussées :

Les projets qui doivent être soumis au comité permanent institué par l'art. 25 de l'arrêté organique du corps des ponts et chaussées ;

2° De l'inspecteur général des mines :

Les affaires impliquant des questions d'art, de police et de statistique.

Les inspecteurs généraux des ponts et chaussées et des mines sont préalablement entendus ou appelés à donner leur avis, selon ce que le directeur général jugera convenir à cet égard :

A. Sur les affaires concernant le personnel des corps des ponts et chaussées et des mines, qui ne doivent pas être soumises aux conseils institués par les arrêtés organiques de ces corps ;

B. Sur les propositions relatives à la formation du budget du département, en ce qui concerne la direction générale des ponts et chaussées et des mines.

Ils sont entendus, en outre, sur toutes autres affaires sur lesquelles le ministre ou le directeur général juge convenable de les consulter.

Art. 29. Indépendamment de la surveillance qui leur est attribuée sur les services extérieurs, et de l'examen préalable des affaires à soumettre au conseil institué par l'art. 20 de l'arrêté organique du 27 janvier 1850, les inspecteurs généraux des chemins de fer et des postes sont appelés à donner leur avis :

A. Sur les affaires concernant le personnel des chemins de fer et des postes, qui ne sont pas soumises au conseil ;

B. Sur toutes autres affaires que le ministre ou le directeur général jugera utile de leur renvoyer, à raison du degré d'importance qu'elles peuvent avoir.

Art. 30. Les inspecteurs généraux donnent leur avis, verbale-

ment ou par écrit, aux directeurs généraux, sur les affaires que ces derniers soumettent à leur examen.

S'ils donnent leur avis verbalement, et que la nature de l'affaire l'exige, la conférence a lieu en présence et à l'intervention du directeur.

S'ils le donnent par écrit, leur avis reste au dossier, qui est renvoyé à la direction à laquelle l'affaire ressortit.

Art. 31. Les inspecteurs généraux, lorsqu'ils sont en mission, correspondent directement avec les agents du service extérieur, pour leur demander les renseignements dont ils croient nécessaire de s'entourer, par rapport à l'affaire spéciale renvoyée à leur examen, soit par le ministre, soit par le directeur général.

Lorsqu'ils doivent se rendre sur les lieux, ils peuvent donner aux agents du service extérieur l'ordre de les accompagner ou de se trouver sur les lieux au jour qu'ils leur indiquent.

CHAPITRE VI.

DE LA COMPTABILITÉ.

§ 1er. *Liquidation des dépenses et comptabilité centrale.*

Art. 32. Chaque administration centrale est chargée de la réception, de l'examen et de la vérification, au point de vue de la légalité, de toutes les pièces de dépenses des services qui y ressortissent.

Art. 33. Lorsqu'une dépense a été reconnue liquide, les pièces comptables sont remises au secrétariat général, avec l'annotation suivante, parafée et datée par le directeur :

« *Bon à liquider à charge de* . . . . . (*l'allocation*). »

Art. 34. La comptabilité centrale fait dresser, après vérification des calculs, la demande de payement, et en passe écriture dans le journal et dans le grand livre sommaire.

Les demandes de payement seront faites, autant que possible, dans l'ordre de la remise des pièces comptables au secrétariat général.

Art. 35. Après avoir été ordonnancé par le ministre des finances, le mandat rentre à la comptabilité centrale, qui passe

écriture de l'ordonnancement au journal et au grand-livre définitif.

Art. 36. La comptabilité centrale fait l'envoi immédiat du mandat contre récépissé à l'autorité compétente, et renvoie à l'administration centrale les pièces comptables, après y avoir inscrit l'annotation suivante, en regard de celle indiquée à l'art. 33 :

« *Liquidé à la somme de* . . . . *le* . . . . . .
« *Ordonnancé le*. . . . .
« *Transmis le* . . . .
« *Accusé de réception du* . . . .

Art. 37. S'il arrivait que l'administration liquidatrice dût donner des renseignements spéciaux au destinataire du mandat, ce dernier serait remis par la comptabilité centrale, contre récépissé, au chef de cette administration.

Art. 38. Lorsqu'une liquidation nécessite des explications particulières à la cour des comptes, l'administration dont elle émane joint au dossier une note explicative d'après laquelle la comptabilité centrale adresse à la cour des comptes une dépêche qui accompagne la demande de payement.

Art. 39. Les demandes en régularisation et les comptes d'emploi de fonds avancés, après avoir été vérifiés, s'il y a lieu, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, sont envoyés à la cour des comptes par le secrétariat général. Les ordonnances de régularisation et les arrêts de la cour, après avoir été visés à la comptabilité centrale, sont transmis par elle aux comptables. Les pièces sont renvoyées ensuite aux administrations auxquelles elles appartiennent, avec mention de la date de l'envoi fait tant à la cour qu'au comptable.

Art. 40. Dans le cas où des explications spéciales devraient être fournies à la cour des comptes, à l'appui de ces régularisations, ou au comptable, en lui envoyant les actes de décharge, on agira comme il est dit aux articles 37 et 38.

Art. 41. Les observations de la cour des comptes sont envoyées à la comptabilité centrale, qui communique ces observations aux directeurs généraux, et formule les projets de réponse d'après leurs notes.

Art. 42. La comptabilité centrale traite toutes les questions de comptabilité générale, sauf à en référer, s'il y a lieu, à l'avis des directeurs généraux.

Art. 43. Lorsque des questions de principe, en matière de comptabilité ont été résolues, soit à la suite de correspondances avec la cour des comptes, soit de commun accord entre tous les départements ministériels, la comptabilité centrale formule dans le même sens, et soumet à la signature du ministre ou de son délégué, des ordres de service à adresser aux directeurs généraux.

Art. 44. La comptabilité centrale est chargée de la formation de tous les états de situation à dresser en conformité des règlements généraux sur la comptabilité de l'État.

Art. 45. Le secrétariat général pourvoit à la liquidation de toutes les dépenses du personnel des administrations centrales.

Art. 46. Chaque direction générale est chargée de la réception et de la vérification des ordonnances de payement concernant les dépenses du personnel des services qui y ressortissent.

L'envoi en liquidation de ces ordonnances de payement se fait par le secrétariat général, qui en passe écriture dans les registres de la comptabilité centrale et dans le sommier général.

Art. 47. Les saisies-arrêts et délégations sont envoyées à la comptabilité centrale, qui en donne avis à qui de droit, et en fait connaître la substance aux directeurs généraux par une note de service.

§ 2. *Comptabilité spéciale des administrations.*

Art. 48. Chaque administration tient une comptabilité par article du budget et par crédit spécial de ses engagements et de ses dépenses.

§ 3. *Dépenses imprévues et secours.*

Art. 49. Les allocations du budget pour dépenses imprévues et secours étant communes à tous les services, les directeurs généraux ne pourront recourir à ces allocations, pour leurs besoins respectifs, que de commun accord avec le secrétaire général et sauf l'approbation du ministre.

CHAPITRE VII.

PERSONNEL.

Art. 50. Le secrétariat général tient un sommier général du personnel de tous les services ressortissant au département.

Chaque administration tient un registre matricule des fonctionnaires et employés ressortissant à cette administration.

Art. 51. Le secrétaire général et les directeurs généraux réunis en conseil délibèrent sur toutes les propositions concernant le personnel des administrations centrales, chaque directeur préalablement entendu.

Ces propositions sont soumises au ministre par le secrétaire général, avec l'avis du conseil et celui des directeurs.

Art. 52. Toutes les décisions générales ou spéciales, tous les faits d'où peuvent résulter des droits ou des obligations pour les fonctionnaires ou leurs familles, en ce qui concerne les pensions éventuelles des uns et des autres, tels que nominations, promotions, démissions, punitions, congés, mariages, décès, etc., sont communiqués au secrétariat général, afin qu'il en soit fait mention au sommier du personnel tenu au bureau des pensions.

Art. 53. Les avis du département des finances concernant l'ordonnancement des retenues au profit de la caisse des veuves et orphelins sont remis au secrétariat général, afin de servir de contrôle aux liquidations inscrites.

CHAPITRE VIII.

MATÉRIEL — ARCHIVES. — BIBLIOTHÈQUE.

§ 1er. *Matériel.*

Art. 54. Le secrétaire général a sous sa surveillance spéciale le matériel du département, ainsi que le dépôt des fournitures de bureau.

Art. 55. Les chefs de service adresseront au secrétariat général, le premier de chaque mois, l'indication des fournitures présumées nécessaires pour le service du mois.

Ces demandes seront faites par écrit et signées par eux ou par un employé délégué; elles devront être visées par le secrétaire général.

Art. 56. Les approvisionnements et, en général, toutes les fournitures qui en sont susceptibles, font l'objet d'adjudications publiques ou de contrats soumis par le secrétaire général à l'approbation du ministre.

Art. 57. Toutes les commandes se font au moyen de bons extraits de registres à souche.

Ces bons, signés par le fonctionnaire ou par l'employé chargé du matériel, seront soumis au visa du secrétaire général.

Art. 58. Toute commande, toute acquisition faite sans avoir, au préalable, été soumise à ce visa, ne sera pas reconnue par l'administration, et demeurera à la charge de celui qui l'aura ordonnée.

Art. 59. Les bons revêtus d'un certificat de réception délivré par l'employé chargé de recevoir les objets, devront être reproduits par les fournisseurs, qui les joindront à leur compte ou déclaration.

Toute demande de payement, non appuyée de bons en due forme, sera considérée comme non avenue.

Art. 60. Il sera tenu au secrétariat général un inventaire général de tout le mobilier du ministère.

Art. 61. Les chefs d'administration du ministère concourront à la rédaction de l'inventaire, en dressant, chacun en ce qui le concerne, un inventaire, en double expédition, du mobilier, des publications et des ouvrages appartenant à leurs bureaux.

Il sera conservé une expédition de cet inventaire dans les archives de la direction générale; la deuxième, certifiée par le chef de l'administration, sera transmise au secrétariat général.

Art. 62. Ces divers inventaires, coordonnés par les soins du secrétariat général, seront transcrits sur un registre à ce destiné.

Il sera fait mention, dans une colonne spéciale, de tous les objets mis hors d'usage.

Art. 63. Les inventaires seront revus et complétés, chaque année, dans le courant du mois de janvier.

Les chefs d'administration informeront le secrétariat général de tous les changements apportés à l'état du mobilier, et il en sera fait mention au registre.

§ 2. *Archives générales et bibliothèque.*

Art. 64. Sont déposés et conservés au secrétariat général :

a. Les arrêtés originaux signés par le roi ;

b. Les arrêtés, circulaires, instructions et ordres de service du ministre;

c. Les décisions prises par les directeurs généraux dans les limites des délégations qu'ils ont reçues du ministre.

Le secrétaire général fait remettre une copie certifiée de l'arrêté ou de la décision au chef d'administration que la chose concerne.

Art. 65. Le secrétaire général et les directeurs généraux soumettront au ministre des propositions pour assurer la conservation des titres de propriété et des autres pièces importantes appartenant au département.

Art. 66. Il est tenu un catalogue de tous les livres composant la bibliothèque.

Art. 67. Les employés sont responsables des livres mis à leur usage ; il sera tenu à cet effet un journal indiquant le titre de l'ouvrage, la date de la remise, le nom de l'employé à qui il est remis et l'état des volumes au moment de la remise.

CHAPITRE IX.

DISPOSITIONS DIVERSES.

Art. 68. Le ministre nomme, après avoir entendu les chefs d'administration, les membres de la commission d'examen mentionnée aux articles 35 et 37 de l'arrêté organique du 27 janvier 1850.

Il règle le programme et les conditions de l'examen.

Art. 69. Le ministre statue sur les demandes de congés qui lui sont adressées par les chefs d'administration et les inspecteurs généraux.

Le secrétaire général et les chefs d'administration accordent respectivement aux autres fonctionnaires et employés des administrations centrales, les congés qui ne dépassent pas quinze jours. Les congés de plus de quinze jours ne peuvent être accordés que par le ministre.

Art. 70. Le secrétaire général et les chefs d'administration soumettent de commun accord au ministre, toutes les mesures d'ordre et de prudence qui seraient reconnues nécessaires dans l'intérêt du service.

Le secrétaire général arrête les mesures d'ordre pour le bureau d'expédition.

Art. 71. Les heures de bureau sont fixées de neuf heures du matin à quatre heures de relevée.

Le public n'est reçu dans les bureaux que pour affaires de service et seulement de une à trois heures de relevée.

Bruxelles, le 1er mars 1850.

H. ROLIN.

PONTS ET CHAUSSÉES.

I.

ORGANISATION DU SERVICE ET DU CORPS DES INGÉNIEURS DES PONTS ET CHAUSSÉES.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, salut.

Revu nos arrêtés du 29 août 1831, organique du corps des ponts et chaussées; du 31 mars 1833, réglant les indemnités de route et de séjour; du 26 mai 1837, qui augmente les cadres; du 26 mai 1837, qui fixe les traitements de disponibilité; du 24 juillet 1837, qui crée des ingénieurs de troisième classe et autorise l'adjonction au corps d'ingénieurs et de conducteurs auxiliaires, à l'occasion de travaux extraordinaires d'une grande importance; du 24 mars 1838, relatif aux fonctions intérimaires; du 1er octobre 1838, qui institue l'école spéciale du génie civil; du 8 avril 1843, relatif à l'organisation du personnel de l'administration des chemins de fer de l'État; du 10 août 1844, qui interdit la nomination de nouveaux membres adjoints; du 10 août 1844, réglant l'admission dans le corps; du 22 décembre 1845, qui, assimile les conducteurs des ponts et chaussées aux lieutenants et sous-lieutenants de l'armée; du 1er décembre 1846, qui détermine le classement et l'ancienneté des membres du corps; du 11 mars 1847, relatif aux inventions faites par les fonctionnaires et employés dépendant du département des travaux publics, et du 18 juillet 1848, qui établit un nouveau système d'indemnités pour frais de déplacement et de bureau;

Voulant mettre l'organisation du corps des ponts et chaussées et des agents y attachés, en rapport avec les besoins actuels du service ;

Sur la proposition de notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

ATTRIBUTIONS DU CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Art. 1er. Le corps des ponts et chaussées est chargé, sous l'autorité de notre ministre des travaux publics :

1° De l'étude des projets et de la direction des travaux publics, qui s'exécutent dans le royaume, soit par l'État, soit par les provinces, pour le service des routes, rivières, canaux, ports de commerce, côtes et bâtiments civils, ainsi que pour l'établissement de nouvelles lignes de chemins fer;

2° De la surveillance de tous les travaux publics qui s'effectuent par voie de concession de péages, des ouvrages appartenant à des administrations publiques ou à des particuliers, mais dont l'existence est liée aux intérêts généraux, comme aussi de la surveillance des machines et chaudières à vapeur dans les provinces qui ne sont pas comprises dans l'étendue du ressort administratif des ingénieurs des mines;

3° De l'instruction des affaires relatives aux usines établies ou à établir sur les rivières et autres cours d'eau, et de celles concernant les poldres, desséchements et tourbières;

4° De la police des routes et des voies navigables.

COMPOSITION ET CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE DU CORPS. — ASSIMILATION.

Art. 2. Les ingénieurs et conducteurs auxiliaires, adjoints au corps des ponts et chaussées, en suite de notre arrêté du 24 juillet 1837, à l'exception des ingénieurs et conducteurs mécaniciens, sont réunis à ce corps et y prendront rang en vertu d'un arrêté qui sera spécialement rendu à cet effet.

Art. 3. Le cadre des ingénieurs et conducteurs des ponts et chaussées et des employés attachés à ce corps est divisé en trois sections, savoir :

Section d'activité;
Section de disponibilité;
Section de non activité.

Art. 4. La section d'activité comprend :

1° Les fonctionnaires des ponts et chaussées attachés à la direction générale des ponts et chaussées et des mines ;

2° Le personnel chargé, dans les provinces, de la direction et de la surveillance des travaux publics, ainsi que de la police des routes et des voies navigables.

Art. 5. La section de disponibilité comprend :

1° Les membres du corps et employés actuellement en fonctions qui, par suppression d'emploi, ne pourront être compris dans le cadre d'activité ;

2° Les membres du corps et employés chargés spécialement d'un service public en dehors des attributions confiées aux ingénieurs des ponts et chaussées ;

3° Les membres du corps qui, pour cause de maladie ou d'infirmité, ou par d'autres circonstances, se trouveraient momentanément hors d'état de remplir convenablement leurs fonctions ;

4° Les sous-ingénieurs sortant de l'école du génie civil qui, faute de vacance, ne pourraient être immédiatement placés dans la section d'activité ; ces derniers fonctionnaires pourront néanmoins être employés à l'étude de projets ou envoyés sur les travaux pour coopérer à leur direction et à leur surveillance, sous les ordres des ingénieurs ;

5° Les membres du corps et employés en congé, par suite d'autorisations royales ou ministérielles.

Tous les fonctionnaires appartenant à la section de disponibilité participent à l'avancement avec ceux compris dans la section d'activité. Toutefois, cette disposition ne sera jamais applicable aux fonctionnaires en congé.

Lorsque des vacances se présenteront dans le cadre d'activité, elles seront remplies, en général, par des membres du corps placés dans la section de disponibilité, et ce, jusqu'à extinction du personnel de cette catégorie.

Les membres du corps et employés qui ont obtenu des congés, soit limités, soit illimités, seront tenus de se mettre à la disposition du gouvernement, six mois au plus tard après qu'ils en auront reçu l'ordre de notre ministre des travaux publics.

Les membres du corps et employés formant la section de disponibilité jouiront d'un traitement d'attente fixé comme suit :

1° Pour ceux qui auront dix ans ou moins de dix ans de service, la moitié du traitement fixe afférent à leur grade ;

2° Pour ceux ayant plus de dix ans de service, les deux tiers du traitement fixe afférent à leur grade.

Cette mesure n'est pas applicable aux fonctionnaires chargés, par disposition royale ou ministérielle, d'un service autre que celui des ponts et chaussées. Les traitements de ces derniers seront imputés intégralement sur les fonds alloués pour le service qui leur est attribué.

Elle n'est pas non plus applicable aux membres du corps et employés en congé, à qui un traitement de disponibilité ou d'attente ne pourra être attribué qu'à l'expiration de leur congé et à défaut de vacance dans le cadre d'activité.

Art. 6. La mise en disponibilité sera prononcée par Nous, sur la proposition motivée de notre ministre.

Art. 7. Sont placés dans la section de non activité les membres du corps et employés suspendus de leurs fonctions. Il pourra leur être accordé un traitement de non activité qui n'excédera jamais la moitié du traitement attaché à leur grade.

La position de non activité et la quotité de traitement y relative seront déterminées par Nous, sur la proposition de notre ministre.

Art. 8. La section d'activité est composée de :

1 inspecteur général ;
10 ingénieurs en chef, dont :
  5 de première classe,
  5 de deuxième classe ;
32 ingénieurs ordinaires, dont :
  8 de première classe,
  10 de deuxième classe,
  14 de troisième classe ;
12 sous-ingénieurs ;
135 conducteurs, dont :
  25 de première classe,
  45 de deuxième classe,
  65 de troisième classe.

Les cadres de disponibilité et de non activité ne sont pas limités.

Art. 9. Sont également attachés au corps, sans en faire partie, des agents chargés de remplir les fonctions de :

Chefs de bureau;
Premiers commis;
Deuxièmes commis;
Troisièmes commis;
Quatrièmes commis;
Messagers;
Machinistes pour l'alimentation des canaux;
Gardes-pont à bascule;
Aides-gardes-pont à bascule;
Conservateurs et sous-conservateurs de navigation;
Sergents d'eau;
Éclusiers;
Aides-éclusiers;
Gardes-rivière et gardes-canal;
Cantonniers maritimes;
Pontonniers;
Gardes-déversoir;
Passeurs d'eau;
Gardes-magasin.

Le nombre des agents de ces diverses catégories sera déterminé en raison des besoins du service.

Art. 10. Les règles établies ci-dessus, en ce qui concerne la disponibilité et la non-activité, sont applicables à ces employés.

Art. 11. Lorsque le service de travaux importants exigera l'emploi d'agents temporaires, notre ministre autorisera leur admission et fixera leur salaire, lequel sera imputé sur les fonds affectés aux travaux.

Leur emploi cessera de plein droit, aussitôt après l'achèvement des travaux pour lesquels ils auront été nommés.

Art. 12. Les ingénieurs de tout grade et de toute classe, les sous-ingénieurs, les conducteurs et les chefs de bureau sont nommés par Nous.

Art. 13. Les commis, messagers, gardes-pont à bascule, conservateurs et sous-conservateurs de navigation, sergents d'eau, éclusiers et autres agents subalternes sont nommés par notre ministre.

Art. 14. Notre ministre répartit le personnel entre les divers services. Il statue sur les mutations d'emploi et désigne, au besoin, les intérimaires.

Art. 15. En cas d'extrême urgence, les chefs de service pourvoient provisoirement à l'intérim, sauf à en informer immédiatement notre ministre.

Art. 16. Lorsque des relations de service nécessiteront le concours de membres du corps et d'autres fonctionnaires civils ou militaires, les rangs seront réglés d'après l'assimilation suivante :

Inspecteur général,	lieutenant général.
Ingénieur en chef de 1re classe,	colonel.
Ingénieur en chef de 2e classe,	lieutenant-colonel.
Ingénieur ordinaire de 1re classe,	major.
Ingénieur ordinaire de 2e classe,	capitaine de 1re classe.
Ingénieur ordinaire de 3e classe,	capitaine de 2e classe.
Sous-ingénieur et conducteur de 1re classe,	lieutenant.
Conducteur de 2e ou de 3e classe,	sous-lieutenant.

DIVISION DU TERRITOIRE. — RÉSIDENCE.

Art. 17. Le territoire du royaume est partagé, sous le rapport des travaux publics ressortissant au corps des ponts et chaussées, en autant de directions qu'il y a de provinces. Chaque province est divisée en arrondissements, et chaque arrondissement en districts.

La division de la province en arrondissements et celle de l'arrondissement en districts se règlent en prenant pour base l'importance des travaux de toute nature, soit d'entretien, soit de construction nouvelle, dont la direction et la surveillance sont confiées aux fonctionnaires des ponts et chaussées.

Le service des directions est confié à des ingénieurs en chef; celui des arrondissements à des ingénieurs, et celui des districts à des conducteurs.

Dans le dernier mois de chaque exercice, l'ingénieur en chef directeur de province soumet à l'approbation de notre ministre, pour l'exercice suivant, le tableau détaillé de la répartition des services de sa direction, entre les ingénieurs et conducteurs placés sous ses ordres.

Ce tableau ne pourra plus être modifié pendant le cours de l'année, que sur la proposition motivée de l'ingénieur en chef, le directeur général des ponts et chaussées et des mines entendu.

Art. 18. L'ingénieur en chef réside au chef-lieu de la province.

Il fixe la résidence des ingénieurs ordinaires, conducteurs et autres agents sous ses ordres et en informe officiellement notre ministre.

Dans le but de faciliter les relations de service avec les autorités provinciales, les chefs-lieux d'arrondissements administratifs seront désignés de préférence pour la résidence des ingénieurs ordinaires.

FONCTIONS ET ATTRIBUTIONS SPÉCIALES.

Art. 19. L'inspecteur général des ponts et chaussées est attaché au département des travaux publics.

Il donne son avis motivé sur toutes les affaires concernant les travaux publics, qui lui sont soumises par notre ministre, et se rend au besoin sur le terrain pour former son opinion sur le mérite des projets.

Il inspecte, d'après les ordres de notre ministre, les travaux en cours d'exécution, et rend compte de ses tournées par des rapports spéciaux.

Un ingénieur en chef, un ingénieur ordinaire et un conducteur sont attachés à la direction générale.

Les bureaux des fonctionnaires désignés ci-dessus sont établis au département.

L'ingénieur en chef et l'ingénieur ne correspondent pas avec les ingénieurs placés dans les provinces.

Art. 20. Les neuf ingénieurs en chef chargés du service dans les provinces ont pour mission de diriger, sous les ordres supérieurs de notre ministre et sous les ordres immédiats des gouverneurs, tout ce qui concerne le service des ponts et chaussées dans leur ressort respectif.

Ils dressent les projets et dirigent l'exécution des travaux.

Il leur est formellement interdit d'apporter aucune modification aux projets approuvés et de faire exécuter des travaux non prévus, à moins d'en avoir obtenu l'autorisation préalable. Sont exceptés, toutefois, les cas de force majeure, dans lesquels ils

peuvent prendre les mesures réclamées par les circonstances, mais avec l'obligation d'en informer immédiatement notre ministre.

Ils veillent à l'exécution des lois et règlements en matière de police de la grande voirie, du roulage et de la navigation.

Ils sont également chargés de la police des routes, rivières et canaux.

Ils prescrivent les manœuvres à faire dans l'intérêt de la navigation et du libre écoulement des eaux des rivières navigables et canaux.

Ils assistent aux adjudications et donnent leurs conclusions sur les résultats obtenus.

Ils délivrent, s'il y a lieu, sur le vu des procès-verbaux de réception provisoire ou définitive des ingénieurs ordinaires, les certificats d'à-compte ou de solde au profit des entrepreneurs.

Ils présentent, tous les ans, à notre ministre, un projet de budget détaillé et accompagné de développements explicatifs.

Ils instruisent les affaires renvoyées à leur avis par notre ministre et les administrations provinciales.

Ils font, au moins deux fois par an, l'inspection détaillée de leur service, indépendamment de la surveillance active et continue qu'ils sont tenus d'exercer sur les travaux confiés à leur direction.

Ces inspections font l'objet d'un rapport adressé à notre ministre des travaux publics.

Ils portent le titre d'ingénieur en chef directeur des ponts et chaussées dans la province où ils exercent leurs fonctions.

Ils correspondent directement avec notre ministre.

Notre ministre peut, dans des cas exceptionnels, les charger de la direction de travaux ou de la surveillance de voies de communication en dehors de leur province.

Art. 21. Les ingénieurs en fonctions dans les provinces sont placés sous les ordres des ingénieurs en chef et préposés au service des arrondissements.

Ils font, tous les trois mois au moins, une inspection complète de leur arrondissement; ils le visitent en détail et rendent compte de leurs tournées à l'ingénieur en chef, à l'aide de rapports renfermant l'exposé des mesures dont l'adoption leur paraîtrait avantageuse à l'une ou l'autre branche de service. Il leur est, en ou-

tre, prescrit de se transporter partout où l'exécution des travaux et les besoins du service l'exigent.

Ils constatent les qualités, quantités et l'emploi des matériaux; font les métrés et les vérifications des travaux; règlent provisoirement les comptes et adressent à l'ingénieur en chef les procès-verbaux de réception provisoire et définitive à joindre aux certificats de payement.

Art. 22. Les sous-ingénieurs sont attachés aux ingénieurs en chef.

Les sous-ingénieurs, ayant au moins trois années de grade, peuvent être chargés d'un service d'arrondissement.

Art. 23. Les conducteurs suivent l'exécution des travaux de leur district dans les moindres détails.

Ils exercent un contrôle vigilant et sévère sur les entrepreneurs et leurs agents; tiennent, s'il y a lieu, les états d'ouvriers, visitent et reçoivent provisoirement les matériaux et surveillent leur emploi, aident les ingénieurs à faire les métrés, vérifications, dessins et nivellements, à lever les plans, sonder les rivières, etc.

Ils font au moins une tournée par mois dans toute l'étendue de leur district. Les rapports circonstanciés de ces tournées, qu'ils adressent immédiatement à l'ingénieur sous les ordres duquel ils sont placés, embrassent, sans exception, tous les ouvrages soumis à leur surveillance.

Ils sont spécialement chargés de constater les contraventions aux lois et règlements en matière de police des routes et des voies navigables, ainsi que de la surveillance et de la police des routes et canaux concédés.

Sauf les cas d'urgence, dans lesquels les procès-verbaux seront renvoyés au ministère public près le tribunal compétent, ces procès-verbaux seront transmis à l'ingénieur en chef, après qu'ils auront été affirmés pour y être donné suite, s'il y a lieu.

Art. 24. Les chefs de bureau, commis, messagers, gardes-pont à bascule, éclusiers et autres agents, dont le titre détermine suffisamment les attributions, remplissent leurs fonctions conformément aux ordres et aux instructions de leurs chefs.

COMITÉ PERMANENT CONSULTATIF ET CONSEIL DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Art. 25. Le directeur général, l'inspecteur général et l'ingénieur en chef forment, sous la présidence du directeur général, un comité permanent consultatif des travaux publics.

L'ingénieur ordinaire remplit les fonctions de secrétaire, sans voix délibérative.

Le comité donne son avis motivé sur toutes les questions d'art ou d'administration qui lui sont soumises par notre ministre, et dont l'importance n'exigerait pas la convocation du conseil des ponts et chaussées.

Art. 26. Le conseil des ponts et chaussées se compose du directeur général, de l'inspecteur général et de l'ingénieur en chef attachés au département, et de deux ingénieurs en chef directeurs de province, à désigner chaque fois par notre ministre.

Il est présidé par le directeur général.

Le secrétaire du comité remplit également les fonctions de secrétaire du conseil, sans voix délibérative.

Art. 27. Le conseil se réunit sur la convocation de notre ministre.

Il porte son examen et donne ses conclusions motivées sur les projets, questions d'art, affaires contentieuses et toutes autres qui lui sont communiquées à cette fin par notre ministre.

Il donne son avis motivé sur toutes les propositions de promotions qui lui sont soumises à l'égard, soit des membres du corps des ponts et chaussées, soit des agents y attachés.

Il soumet au ministre toute proposition que lui dicte l'intérêt du service.

CONDITIONS D'ADMISSION. — NOMINATIONS. — PROMOTIONS.

Art. 28. Nul ne sera admis dans le corps des ponts et chaussées, ni aux emplois salariés qui en dépendent, avant l'âge de 21 ans accomplis.

Art. 29. A l'avenir, les places de chefs de bureau et de commis seront, en général, réservées aux élèves de l'école du génie civil qui, bien qu'ayant été reconnus admissibles, n'auraient pu toutefois obtenir leur admission dans le corps.

Les places de conducteurs de troisième classe et de sous-ingénieurs sont conférées conformément aux dispositions combinées de nos arrêtés du 1er octobre 1838 et du 10 août 1844.

Néanmoins, les chefs de bureau ou commis ayant fait leurs études à l'école du génie civil, qui auraient au moins trois années de grade, pourront, sur la proposition motivée du conseil, être promus au grade de conducteur. Le nombre de ces admissions ne pourra jamais dépasser le cinquième des nominations à faire.

Art. 30. Les ingénieurs de troisième classe sont choisis parmi les sous-ingénieurs.

Il est fait une exception en faveur des conducteurs ayant au moins six années de grade, qui auront subi, avec succès, un examen dont le programme sera ultérieurement arrêté par notre ministre, et qui se recommandent particulièrement par leur aptitude et par les services qu'ils auront rendus dans l'exercice de leurs fonctions. Ces conducteurs pourront, sur la proposition motivée du conseil des ponts et chaussées, être nommés ingénieurs de troisième classe, sans que néanmoins le nombre de ces promotions puisse jamais excéder un sixième des nominations au grade d'ingénieur de troisième classe.

Les ingénieurs de première et de deuxième classe sont choisis dans la classe respectivement inférieure.

Les ingénieurs en chef sont choisis parmi les ingénieurs de première et de deuxième classe.

L'inspecteur général, parmi les ingénieurs en chef, sans distinction de classe.

Art. 31. En général, nul n'est promu à un grade ou à une classe supérieure, s'il n'a servi au moins trois ans comme titulaire, dans le grade ou la classe immédiatement inférieure.

Art. 32. L'avancement n'est accordé que suivant les besoins du service et dans les limites du cadre d'activité.

SUBORDINATION. — POLICE.

Art. 33. Les membres du corps et employés y attachés, à quelque grade et classe qu'ils appartiennent, conservent une entière subordination envers les grades et les classes supérieurs.

Art. 34. Lorsque des fonctionnaires de même rang seront en

concurrence de fonctions, le commandement et la préséance appartiendront au plus ancien.

Art. 35. L'ancienneté et le classement dans chaque grade et classe seront déterminés par la date de la nomination la plus récente.

En cas de nomination collective, le classement se fera d'après l'ancienneté dans le grade ou la classe qui précède et ainsi de suite, en remontant, si toutes les nominations antérieures sont de même date, jusqu'à l'admission dans le corps et en prenant pour base dernière l'ordre de mérite résultant des procès-verbaux d'examen.

Art. 36. Aucun fonctionnaire ou employé ne peut s'absenter de son poste, sans une autorisation spéciale, excepté dans les cas ci-après :

1° S'il est appelé à remplir les fonctions d'électeur;

2° S'il est assigné comme juré;

3° S'il est cité comme témoin;

4° S'il est requis pour le service de la garde civique.

L'agent qui s'absente dans l'un des cas prévus ci-dessus, est tenu d'en informer sur-le-champ son chef immédiat.

Art. 37. Les congés de dix jours et moins sont accordés par les chefs de service; ils le sont par le département à ces derniers, ainsi qu'à l'inspecteur général.

Notre ministre accorde les congés excédant dix jours et ne dépassant pas une année. Il en fixe les conditions.

Les congés de plus d'une année et les congés illimités sont accordés par Nous.

Art. 38. Sauf le cas de maladie dûment constatée, les congés de plus de quinze jours ne sont, en général, accordés qu'avec privation de traitement.

Art. 39. Si un fonctionnaire s'absente sans autorisation ou dépasse le terme de son congé, il est privé de traitement pour le temps pendant lequel son absence a eu lieu ou a été indûment prolongée, sans préjudice d'autres peines disciplinaires, s'il y a lieu.

Art. 40. Les fonctionnaires des ponts et chaussées sont passibles des peines disciplinaires suivantes, selon la gravité des faits :

1° La réprimande;

2° La privation de traitement pendant un mois au plus;

3° La suspension de fonctions limitée à deux mois au plus (la suspension entraîne de plein droit la privation de traitement) ;

4° La mise en non activité ;

5° La révocation.

La réprimande est donnée par écrit et peut être infligée aux subordonnés par tous les fonctionnaires à partir de ceux qui ont le grade d'ingénieur. Le fonctionnaire qui l'aura infligée devra en donner connaissance à son chef immédiat.

La privation de traitement peut être prononcée pour dix jours par les ingénieurs en chef.

La privation de traitement pendant plus de dix jours et la suspension de fonctions sont prononcées par notre ministre des travaux publics.

La mise en non activité et la révocation sont prononcées par Nous, pour les membres du corps des ponts et chaussées, ainsi que pour les chefs de bureau, et par notre ministre, pour les autres agents dépendant de ce corps.

L'agent suspendu de ses fonctions est exclu des travaux ou des bureaux auxquels il est attaché.

Les punitions sont mentionnées dans les états de services; elles peuvent être rayées par décision motivée du supérieur de celui qui les aura infligées.

Le fonctionnaire qui aura infligé la peine de la privation de traitement ou de la suspension, de même que celui qui en aura ordonné la radiation, en donneront immédiatement connaissance à notre ministre.

Les retenues opérées sur les traitements, par suite de peines disciplinaires, sont versées à la caisse des veuves et orphelins du département des travaux publics, conformément à la loi du 21 juillet 1844. Ces versements ne peuvent pas dépasser une somme égale au traitement d'un mois.

COSTUME.

Art. 41. Une disposition royale déterminera ultérieurement le costume des membres du corps des ponts et chaussées.

L'uniforme prescrit par les arrêtés royaux du 29 août 1831 et du 7 avril 1835 est provisoirement maintenu.

TRAITEMENTS. — FRAIS DE BUREAU ET DE VOYAGE.

Art. 42. Les traitements annuels dont jouiront les membres du corps des ponts et chaussées et les agents y attachés, sont fixés comme suit :

Pour l'inspecteur général.	8,000	francs.
— les ingénieurs en chef de 1re classe. .	6,300	—
— les ingénieurs en chef de 2e classe . .	5,200	—
— les ingénieurs ordinaires de 1re classe.	3,800	—
— les ingénieurs ordinaires de 2e classe.	3,200	—
— les ingénieurs ordinaires de 3e classe.	2,600	—
— les sous-ingénieurs	2,000	—
— les conducteurs de 1re classe	2,400	—
— les conducteurs de 2e classe.	2,000	—
— les conducteurs de 3e classe	1,600	—
— les chefs de bureau.	2,000	—
— les commis de 1re classe	1,600	—
— les commis de 2e classe.	1,400	—
— les commis de 3e classe.	1,200	—
— les commis de 4e classe.	900	—
— les messagers	700	—

Notre ministre fixe les traitements des autres agents, d'après l'importance des services qui leur sont confiés.

Art. 43. Lorsqu'un membre du corps remplit les fonctions d'un grade supérieur, il lui est alloué, en sus de son traitement propre, la moitié de la différence entre son traitement et celui de la dernière classe du grade dont il fait l'intérim. Il touche, en outre, les indemnités de frais de bureau et de voyage attribuées aux fonctions qu'il remplit provisoirement.

Art. 44. Le traitement des sous-ingénieurs ayant plus de trois années de service effectif pourra être porté à 2,400 fr.

Celui des conducteurs de 1re classe ayant plus de dix années de grade dans cette classe pourra être porté à 2,700 fr.

Art. 45. Il sera alloué à titre de frais de bureau et de déplacement à l'inspecteur général, aux ingénieurs en chef, ingénieurs ordinaires et conducteurs chargés d'un service actif, une indem-

nité dont le montant sera déterminé chaque année dans le premier mois de l'exercice, par notre ministre, à raison de l'importance et de l'étendue de leur service.

Le *maximum* de ces indemnités est fixé comme suit :

FRAIS DE BUREAU.

Ingénieur en chef.	fr.	800
Ingénieur ordinaire.		400

FRAIS DE DÉPLACEMENT.

Inspecteur général	fr.	1,500
Ingénieur en chef.		1,200
Ingénieur ordinaire.		900
Conducteur.		200

Art. 46. Dans le cas de travaux extraordinaires et importants dont la direction et la surveillance seraient confiées à des membres du corps déjà chargés d'un service actif, notre ministre pourra, soit allouer à ces fonctionnaires un supplément d'indemnité pour frais de bureau et de déplacement, soit les autoriser à présenter des états de frais de route réglés d'après un tarif que Nous Nous réservons d'arrêter ultérieurement.

Art. 47. Tout déplacement imprévu en dehors du ressort, qui s'effectuera en vertu d'une disposition ministérielle, pourra donner lieu à une indemnité, qui sera déterminée d'après les principes indiqués à l'article précédent.

Dans le cas d'une mission à l'étranger, notre ministre fixera le montant des indemnités à allouer.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 48. Avant d'entrer en fonctions, les membres du corps des ponts et chaussées et les agents qui y sont attachés sont tenus de prêter le serment prescrit par le décret du congrès national du 20 juillet 1831.

Art. 49. Les membres du corps des ponts et chaussées qui auront été démissionnés honorablement ou mis à la retraite pour-

ront être autorisés à conserver leur grade ou être promus à un grade supérieur à titre honorifique, et à porter le costume de ce grade.

Art. 50. Les membres du corps des ponts et chaussées placés dans la section d'activité, ainsi que les agents attachés à cette section du corps, ne peuvent gérer simultanément aucun autre emploi rétribué par l'État, les provinces, les communes ou les administrations publiques.

Il leur est interdit d'accepter aucun mandat électif, d'exercer aucune profession lucrative, de faire, soit par eux-mêmes, soit sous le nom de leur femme ou de toute autre personne interposée, aucune espèce de commerce, comme aussi de participer à la direction ou à l'administration de toute société ou établissement industriel.

Notre ministre pourra, dans des cas particuliers, les relever des interdictions établies par les deux paragraphes précédents.

Art. 51. Les fonctionnaires qui se trouvent dans l'un des cas prévus par l'art. 50 devront, dans le délai de six mois, renoncer aux emplois et aux professions incompatibles avec leur position dans le service des ponts et chaussées.

Ceux qui voudront être relevés des interdictions établies audit article en feront la demande dans le délai de trois mois.

Les délais mentionnés ci-dessus prendront cours à partir de la publication du présent arrêté.

Art. 52. Tous mémoires, projets, dessins, cartes, etc., concernant les attributions du corps des ponts et chaussées, étant la propriété du gouvernement, seront, après la démission, la retraite ou le décès des membres de ce corps et à la diligence du directeur général, déposés dans les archives du département des travaux publics.

Art. 53. Sont abrogées toutes dispositions organiques du corps des ponts et chaussées qui seraient contraires à celles du présent arrêté, ainsi que les dispositions de notre arrêté du 11 mars 1847.

DISPOSITIONS TRANSITOIRES.

Art. 54. Les fonctionnaires et employés subalternes des ponts et chaussées, classés, ou commissionnés définitivement, dont le traitement actuel serait supérieur à celui fixé par le présent arrêté

organique, pourront jouir, à titre personnel, d'un traitement supplémentaire équivalent à la différence entre ces traitements.

Art. 55. A raison de l'état actuel du corps des ponts et chaussées, notre ministre est autorisé, soit à augmenter, soit à diminuer respectivement le nombre des fonctionnaires de chaque catégorie déterminée par l'art. 8 du présent arrêté, de manière toutefois à n'excéder ni le nombre total d'agents fixé par cet article, ni le montant de la dépense qui en résulte.

Art. 56. Par exception au 2e § de l'art. 30, Nous Nous réservons d'appeler, pour cette fois, au grade d'ingénieur de troisième classe, les conducteurs de première classe qui ont subi antérieurement avec succès l'examen prescrit pour obtenir le grade de sous-ingénieur, ou qui remplissent actuellement les fonctions d'ingénieur ordinaire.

Art. 57. Par dérogation à l'art. 29, les sous-ingénieurs honoraires, les conducteurs honoraires et les surveillants qui sont actuellement en fonctions pourront, s'ils en sont jugés dignes par le conseil, être nommés conducteurs des ponts et chaussées.

Les surveillants classés, commissionnés ou temporaires, qui ne seront pas nommés au grade de conducteur, ni placés dans la position de disponibilité, ni proposés pour la pension de retraite, pourront être nommés aux places de chefs de bureau ou de commis.

Art. 58. Notre ministre des travaux publics Nous soumettra, dans un bref délai, ses propositions pour la formation du cadre d'activité des employés de bureau.

Notre ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera mis en vigueur à partir du jour de sa publication par la voie du *Moniteur*.

Donné à Bruxelles, le 26 janvier 1850.

LÉOPOLD.

PAR LE ROI :

Le ministre des travaux publics,
H. ROLIN.

II.

ORGANISATION DU PERSONNEL DES BUREAUX ATTACHÉ AU SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, salut.

Vu les articles 9, 42 et 58 de l'arrêté royal du 26 janvier dernier, organique du service et du corps des ingénieurs des ponts et chaussées;

Considérant qu'il y a lieu, en exécution de l'art. 58 précité, de régler le cadre normal d'activité des employés de bureau, attachés au service des ponts et chaussées;

Considérant qu'à raison de l'état actuel du personnel des bureaux, il convient de ménager, par une disposition transitoire, le passage de l'ancienne à la nouvelle organisation;

Sur la proposition de notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. Le cadre d'activité des employés de bureau attachés au service des ponts et chaussées est composé de :

9 chefs de bureau;
9 commis de première classe;
14 commis de deuxième classe;
27 commis de troisième classe;
14 commis de quatrième classe;
9 messagers.

Art. 2. A raison de l'état actuel du personnel, notre ministre est autorisé, soit à augmenter, soit à diminuer respectivement le nombre d'employés de chaque catégorie, de manière toutefois à rester, quant à la dépense, dans les limites résultant de l'art. 1er.

Notre ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 21 février 1850.

LÉOPOLD.

PAR LE ROI :
Le ministre des travaux publics,
H. ROLIN.

III.

RÉPARTITION DU SERVICE GÉNÉRAL ENTRE LES NEUF DIRECTIONS PROVINCIALES.

(Arrêté ministériel du 22 février 1850.)

PROVINCE D'ANVERS.

Direction et surveillance, dans les limites fixées par l'arrêté organique, des routes de l'État, des routes provinciales, des bâtiments civils, à l'exception des prisons, de l'Escaut, de la Petite-Nèthe canalisée, de la Nèthe inférieure, du Rupel, de la Dyle, à partir de l'aval du barrage de Werchter, du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, depuis l'origine du bassin de la *Pierre-Bleue,* avec l'embranchement vers Turnhout, des polders, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

PROVINCE DE BRABANT.

Direction et surveillance, comme ci-dessus, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, et notamment de ceux de la capitale et des environs, à l'exception des prisons, des chemins de fer concédés et en construction de Bruxelles à Wavre, de Louvain à la Sambre jusques et y compris la station de Gembloux, de la Senne, de la Dyle jusqu'au barrage de Werchter inclusivement, du Démer, du canal de Charleroy à Bruxelles, depuis et y compris la 37e écluse, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

PROVINCE DE LA FLANDRE OCCIDENTALE.

Direction et surveillance, comme ci-dessus, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, à l'exception des prisons, des sections non exécutées du chemin de fer concédé de la Flandre occidentale, de la Lys, de l'Yser, des canaux de Gand à Ostende, de Plasschendaele à Furnes, de Furnes vers Dunkerque, de Furnes vers Ber-

gues, de Loo, de l'Iperlée, de Bourgogne, de Zelzaete à la mer du Nord, du sud de Bruges, de Blankenberghe, de Lissewege et de Bruges vers l'Écluse, des ports d'Ostende et de Nieuport, de la côte, des polders, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

PROVINCE DE LA FLANDRE ORIENTALE.

Direction et surveillance, comme ci-dessus, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils à l'exception des prisons, des chemins de fer concédés de la vallée de la Dendre, des rivières la Dendre, la Lys, l'Escaut et la Durme, des canaux de Gand à Bruges, de Gand à Terneuzen, du Moervaert, de Deynze à Schipdonck et de Zelzaete à la mer du Nord, du canal concédé de Jemmapes à Alost, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

PROVINCE DE HAINAUT.

Direction et surveillance, comme ci-dessus, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, à l'exception des prisons, de la partie en construction du chemin de fer concédé de Mons à Manage, comprise entre le chemin de fer de l'État et le bassin de Mons, du chemin de fer concédé et en construction de Marchienne à Erquelinnes, des chemins de fer concédés de la vallée de la Dendre et de Louvain à la Sambre, des rivières l'Escaut et la Dendre, de la Sambre canalisée jusques et y compris l'écluse n° 15 du canal de Charleroy à Bruxelles jusqu'à la 37e écluse exclusivement, avec ses embranchements, des canaux de Mons à Condé, de Pommerœul à Antoing, des canaux concédés de Caraman et de l'Espierre, du canal concédé de Jemmapes à Alost, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

PROVINCE DE LIÉGE.

Direction et surveillance, comme ci-dessus, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, à l'exception des prisons, du chemin de fer concédé et en construction de Liége à Namur, sur toute son étendue,

ainsi que de l'embranchement de Chokier vers les Guillemins, des rivières la Meuse, l'Ourthe et l'Emblève, du canal latéral à la Meuse, du canal concédé de Meuse et Moselle, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

PROVINCE DE LIMBOURG.

Direction et surveillance, comme ci-dessus, des routes de l'État, des bâtiments civils, à l'exception des prisons, de la Meuse limbourgeoise et du Démer, du canal de Maestricht à Bois-le-Duc, et du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, jusques et et non compris le bassin de la *Pierre-Bleue*, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

PROVINCE DE LUXEMBOURG.

Direction et surveillance, comme ci-dessus, des routes de l'État, des routes provinciales, des bâtiments civils, à l'exception des prisons, du chemin de fer concédé du Luxembourg, de l'Ourthe et du canal concédé de Meuse et Moselle, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

PROVINCE DE NAMUR.

Direction et surveillance, comme ci-dessus, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, à l'exception des prisons, des parties non exploitées du chemin de fer concédé de l'Entre-Sambre-et-Meuse, des sections de Gembloux à Namur et vers Charleroy, du chemin de fer concédé de Louvain à la Sambre, avec embranchement vers Jemeppe, du chemin de fer concédé du Luxembourg, de la Meuse, de la Sambre canalisée, depuis la 15e écluse exclusivement, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

MINES.

I.

ORGANISATION DU SERVICE ET DU CORPS DES INGÉNIEURS DES MINES.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, salut.

Revu nos arrêtés du 29 août 1831, organique du service et du corps des ingénieurs des mines; du 31 décembre 1837, modifiant le précédent et agrandissant les cadres; du 1er octobre 1838, organisant l'école spéciale des mines; du 4 juin 1839, élargissant le cadre des sous-ingénieurs et des conducteurs, et réglant les frais de route de ces derniers; du 21 avril 1841, fixant les indemnités des ingénieurs pour frais de séjour hors de leur ressort; du 10 juin 1844, créant l'inspection générale des mines; du 21 juillet 1845, changeant la dénomination de conducteur en celle d'aspirant des mines, et augmentant le nombre des aspirants de chaque classe; du 15 septembre 1845, déterminant les attributions de l'inspecteur général; du 17 septembre 1845, réglant le mode de recrutement du corps des ingénieurs des mines; du 15 novembre 1846, relatif à la police des machines à vapeur; du 11 mars 1847, concernant les inventions faites par les fonctionnaires et employés du département des travaux publics; du 15 octobre 1847, modifiant les dispositions précédentes relatives aux examens des aspirants qui se portent candidats pour l'obtention du titre de sous-ingénieur honoraire; du 18 juillet 1848, établissant, d'une manière transitoire, un nouveau système pour frais de bureau et de déplacement;

Voulant procéder à une réorganisation du service et du corps des ingénieurs des mines, et ramener la composition des cadres dans les limites nécessaires aux besoins actuels du service;

Sur la proposition de notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

ATTRIBUTIONS DU CORPS DES MINES.

Art. 1er. Le corps des ingénieurs des mines est chargé, sous l'autorité de notre ministre des travaux publics, de veiller et de pourvoir à l'exécution des lois et règlements concernant :

1° Les mines, minières, tourbières, carrières et usines;

2° Les machines à vapeur, à l'exception des machines motrices des bateaux à vapeur et des locomotives et autres machines à vapeur des chemins de fer de l'État.

DIVISION DU TERRITOIRE.

Art. 2. Les provinces de Hainaut, Namur, Luxembourg et Liége sont, par rapport au service des mines, réparties en deux directions et partagées en six districts, de la manière suivante :

1re direction.	1er district.	Arrondissements judiciaires de Mons et de Tournay.
	2e district.	Arrondissement judiciaire de Charleroy.
2e direction.	3e district.	Province de Namur.
	4e district.	Province de Luxembourg.
	5e district.	Partie de l'arrondissement judiciaire de Liége, située à la rive gauche de la Meuse.
	6e district.	Partie de l'arrondissement judiciaire de Liége, située à la rive droite de la Meuse, et arrondissements judiciaires de Huy et de Verviers.

La subdivision des districts se règle par notre ministre des travaux publics, en prenant pour base le nombre de siéges d'extraction de mines, leur importance, les difficultés d'exploitation et subsidiairement la distance des exploitations les unes des autres et de la résidence des fonctionnaires.

Notre ministre pourvoit, en cas de nécessité, à l'intervention de l'administration des mines dans les autres parties du royaume.

COMPOSITION ET CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE DU CORPS. — ASSIMILATION.

Art. 3. Le cadre des ingénieurs des mines est divisé en trois sections, savoir :

Section d'activité;

Section de disponibilité;

Section de non-activité.

Art. 4. La section d'activité comprend les fonctionnaires du corps des mines en service.

Art. 5. La section de disponibilité comprend :

1° Les membres du corps actuellement en fonctions qui, par suppression d'emploi, ne peuvent être compris dans le cadre d'activité ;

2° Les membres du corps chargés spécialement d'un service public en dehors des attributions confiées aux ingénieurs des mines ;

3° Les membres du corps qui, pour cause de maladie ou d'infirmité ou par d'autres circonstances, se trouveraient momentanément hors d'état de remplir convenablement leurs fonctions ;

4° Les membres du corps en congé, par suite d'autorisations royales ou ministérielles.

Tous les fonctionnaires appartenant à la section de disponibilité participent à l'avancement avec ceux compris dans la section d'activité.

Toutefois, cette disposition n'est jamais applicable aux fonctionnaires en disponibilité par congé.

Lorsque des vacances se présentent dans le cadre d'activité, elles sont remplies, en général, par des membres placés dans la section de disponibilité, et ce jusqu'à extinction du personnel de cette catégorie.

Les membres du corps qui ont obtenu des congés, soit limités, soit illimités, sont tenus de se mettre à la disposition du gouvernement six mois au plus tard après qu'ils en ont reçu l'ordre de notre ministre des travaux publics.

Les membres du corps formant la section de disponibilité jouissent d'un traitement d'attente fixé ainsi qu'il suit :

1° Pour ceux qui ont dix ans ou moins de dix ans de service, la moitié du traitement fixe afférent à leur grade ;

2° Pour ceux ayant plus de dix ans de service, les deux tiers du traitement fixe afférent à leur grade.

Cette mesure n'est pas applicable aux fonctionnaires chargés, par disposition royale ou ministérielle, d'un service public autre que celui des mines et rétribué par l'État. Les traitements de ces derniers sont imputés intégralement sur les fonds alloués pour le service qui leur est attribué.

Elle n'est pas non plus applicable aux membres du corps en congé, à qui aucun traitement de disponibilité ou d'attente ne peut être accordé qu'à l'expiration de leur congé et à défaut de vacances dans les cadres d'activité.

Art. 6. La mise en disponibilité est prononcée par Nous, sur la proposition motivée de notre ministre.

Art. 7. Sont placés dans la section de non-activité les membres du corps suspendus de leurs fonctions. Il peut leur être accordé un traitement de non-activité qui n'excédera jamais la moitié du traitement attaché à leur grade.

La position de non-activité et la quotité du traitement y relative sont déterminées par Nous, sur la proposition de notre ministre.

Art. 8. La section d'activité est composée de :

2 ingénieurs en chef de première ou de deuxième classe;

6 ingénieurs de première ou de deuxième classe;

8 sous-ingénieurs;

30 aspirants-ingénieurs, dont 8 de première, 10 de deuxième et 12 de troisième classe.

Les cadres de disponibilité et de non-activité ne sont pas limités.

Art. 9. Les fonctionnaires des mines de tout grade sont nommés par Nous.

Art. 10. Notre ministre répartit le personnel entre les divers services. Il statue sur les mutations d'emploi et désigne, au besoin, les intérimaires.

Art. 11. En cas d'extrême urgence, les chefs de service pourvoient provisoirement à l'intérim, sauf à en informer immédiatement notre ministre.

Art. 12. Lorsque des relations de service nécessitent le concours de membres du corps et d'autres fonctionnaires civils et militaires, les rangs sont réglés d'après l'assimilation suivante :

Ingénieur en chef de 1re classe,	colonel;
Ingénieur en chef de 2e classe,	lieutenant-colonel;
Ingénieur de 1er classe,	major;
Ingénieur de 2e classe,	capitaine de 1re classe;
Sous-ingénieur,	lieutenant;
Aspirant ingénieur de 1re classe,	lieutenant;
Aspirant ingénieur de 2e ou 3e classe,	sous-lieutenant.

RÉPARTITION DU PERSONNEL. — RÉSIDENCE.

Art. 13. A chaque direction des mines est préposé un ingénieur en chef.

A chaque district est préposé un ingénieur.

A chaque subdivision de district est attaché, pour la surveillance habituelle, un sous-ingénieur ou un aspirant ingénieur.

Art. 14. La résidence des fonctionnaires du corps des mines est fixée ainsi qu'il suit :

GRADES.	RÉSIDENCES.
Ingénieur en chef de la première direction	Mons.
— — — deuxième direction	Liége.
Ingénieur du premier district	Mons.
— du deuxième district	Charleroy.
— du troisième district	Namur.
— du quatrième district	Arlon.
— du cinquième district	Liége.
— du sixième district	Liége.

La résidence des sous-ingénieurs et des aspirants ingénieurs et les limites dans lesquelles ils doivent exercer leur surveillance habituelle, sont fixées par notre ministre des travaux publics, sur la proposition de l'ingénieur de district et l'avis de l'ingénieur en chef.

FONCTIONS ET ATTRIBUTIONS.

Art. 15. Les ingénieurs en chef sont, dans leurs directions respectives, les chefs de service. Ils sont en cette qualité chargés d'assurer la marche régulière de toutes les branches du service; seuls ils correspondent directement, soit avec le ministre, soit avec les gouverneurs et les députations permanentes des conseils provinciaux.

Ils inspectent les établissements de leur direction assez souvent pour se tenir au courant des progrès et des besoins des diverses branches de l'industrie.

Ils veillent à l'exécution des lois et règlements.

Ils donnent au ministre, à la députation permanente du conseil provincial et au gouverneur, tous les renseignements et avis qui leur sont demandés, et leur font tous les rapports et propositions qu'ils jugent utiles au bien du service, à l'avancement des arts et à la prospérité de l'industrie nationale.

Art. 16. Les ingénieurs de district sont sous les ordres des ingénieurs en chef.

Ils parcourent fréquemment leur district afin de visiter tous les établissements soumis à leur surveillance.

Ils veillent à l'exécution des lois, des règlements et des actes spéciaux concernant ces établissements.

Ils donnent leur avis motivé sur toutes les affaires relatives au service de leur district.

Ils donnent à l'ingénieur en chef tous les renseignements qui leur sont demandés et lui adressent toutes les propositions qu'ils croient utiles au bien du service et à la prospérité de l'industrie nationale.

Art. 17. Les sous-ingénieurs sont placés sous les ordres des ingénieurs en chef ou des ingénieurs de district, auxquels ils sont respectivement attachés, pour les seconder dans les détails du service.

Les sous-ingénieurs attachés aux districts ont en outre la surveillance habituelle d'un certain nombre d'établissements. Ils sont soumis, sous ce rapport, aux obligations imposées ci-après aux aspirants ingénieurs des mines.

Les sous-ingénieurs remplacent les ingénieurs de district dans les cas d'absence, de maladie ou autres empêchements. Ils peuvent être appelés soit à diriger un district, soit à suppléer l'ingénieur titulaire dans une partie déterminée de son service.

Les mandats nécessaires pour remplir ces deux dernières missions leur sont délivrés par notre ministre, sur l'avis de l'ingénieur en chef de la direction.

Art. 18. Les aspirants ingénieurs sont sous les ordres immédiats des ingénieurs en chef ou des ingénieurs auxquels ils sont attachés dans leur service respectif.

Ils visitent, aussi souvent que les chefs de service le jugent nécessaire, les établissements soumis à leur surveillaece, spécialement au moins une fois par trimestre les travaux intérieurs des mines

qui offrent du danger, et au moins une fois par an les travaux intérieurs de toutes les exploitations ayant quelque importance.

Dans ces visites, ils portent principalement leur attention sur ce qui intéresse l'aménagement des travaux, la conservation de la mine et la sûreté des ouvriers, les moyens d'éclairage, d'aérage, de soutènement, l'emploi de la poudre, la conservation des eaux et des propriétés de la surface ; ils vérifient les plans d'avancement des travaux ; ils constatent la tenue régulière des registres d'avancement, procèdent au contrôle des ouvriers et de leurs livrets, etc.

Ils surveillent l'exécution des règlements sur les machines à vapeur.

Ils constatent par procès-verbaux les accidents et les contraventions de toute nature aux lois et règlements sur la matière ; ils dépouillent les éléments nécessaires à l'assiette de la redevance proportionnelle et réunissent les documents d'une statistique détaillée des mines, minières, carrières, usines et machines à vapeur ; ils concourent à l'instruction préparatoire des cas de discussion entre exploitants, à la vérification des plans de surface des demandes en concession de mines et des plans d'établissement ou de changement d'usines.

Ils remettent à l'ingénieur des rapports périodiques de leurs opérations ; ils inscrivent dans un registre ouvert pour cet objet au bureau de l'ingénieur le résultat des observations faites dans leurs tournées ; ils prennent part aux écritures et aux travaux du district.

CONSEIL DES INGÉNIEURS DES MINES.

Art. 19. Il est institué, au ministère, un conseil des ingénieurs des mines, composé : du directeur général des ponts et chaussées et des mines, président ; des deux ingénieurs en chefs ; d'un ingénieur ordinaire à désigner chaque fois par notre ministre. Le chef du bureau des mines, à l'administration centrale, remplira les fonctions de secrétaire, sans voix délibérative.

Art. 20. Le conseil se réunit sur la convocation de notre ministre.

Le conseil donne son avis sur toutes les questions d'art, d'administration, de police, ainsi que sur les propositions relatives à la distribution générale du service et aux promotions des membres du corps des mines, qui lui sont soumises par le ministre. Il soumet

de son côté au ministre toutes les propositions que lui dicte l'intérêt du service.

ADMISSIONS. — NOMINATIONS. — PROMOTIONS.

Art. 21. Nul n'est admis dans le corps des mines avant l'âge de 21 ans accomplis.

Art. 22. L'admission aux places d'aspirant ingénieur de 3e classe des mines et au titre de sous-ingénieur honoraire des mines, continue à avoir lieu conformément aux articles 6 à 10, chapitre III, de notre arrêté du 17 septembre 1845 et aux dispositions de notre arrêté du 15 octobre 1847.

Les aspirants de deuxième et de première classe sont pris exclusivement parmi ceux de la classe immédiatement inférieure qui ont servi au moins trois ans dans cette classe et se sont distingués par leur zèle.

Art. 23. Les places de sous-ingénieur sont réservées aux aspirants ingénieurs des mines, investis du titre de sous-ingénieur honoraire des mines et ayant au moins trois ans de service dans le corps.

Ces nominations sont faites conformément aux règles établies par le chapitre IV, articles 11 et 12 de notre arrêté du 17 septembre 1845.

Art. 24. Les ingénieurs et ingénieurs en chef sont choisis exclusivement parmi les membres du corps qui ont servi au moins trois ans dans le grade immédiatement inférieur.

Art. 25. L'avancement n'est accordé que suivant les besoins du service et dans les limites du cadre d'activité.

SUBORDINATION. — POLICE.

Art. 26. Les membres du corps, à quelque grade et classe qu'ils appartiennent, conservent une entière subordination envers les grades et les classes supérieurs.

Art. 27. Lorsque des fonctionnaires de même rang sont en concurrence de fonctions, le commandement et la préséance appartiennent au plus ancien.

Art. 28. L'ancienneté et le classement dans chaque grade et classe sont déterminés par la date de la nomination la plus récente.

En cas de nomination collective, le classement se fait d'après l'ancienneté dans le grade ou la classe qui précède, et ainsi de suite en remontant, si toutes les nominations antérieures sont de même date, jusqu'à l'admission dans le corps, et en prenant pour base dernière l'ordre de mérite résultant des procès-verbaux d'examen.

Art. 29. Aucun fonctionnaire ne peut s'absenter de son poste sans une autorisation spéciale, excepté dans les cas ci-après :

1° S'il est appelé à remplir les fonctions d'électeur;
2° S'il est assigné comme juré;
3° S'il est cité comme témoin;
4° S'il est requis pour le service de la garde civique.

L'agent qui s'absente dans l'un des cas prévus ci-dessus est tenu d'en informer sur-le-champ son chef immédiat.

Art. 30. Les chefs de service accordent à leurs subordonnés les congés qui ne dépassent pas dix jours; le département délivre les mêmes congés aux ingénieurs en chef.

Notre ministre accorde les congés excédant dix jours et ne dépassant pas une année. Il en fixe les conditions.

Nous Nous réservons de statuer sur les demandes de congé de plus d'une année et de congés illimités.

Art. 31. Sauf le cas de maladie dûment constatée, les congés de plus de quinze jours ne peuvent en général s'obtenir qu'en encourant une privation de traitement.

Art. 32. Si un fonctionnaire s'absente sans autorisation ou dépasse le terme de son congé, il est privé de traitement pour le temps pendant lequel son absence a eu lieu, ou a été indûment prolongée, sans préjudice d'autres peines disciplinaires, s'il y a lieu.

Art. 33. Les fonctionnaires des mines sont passibles des peines disciplinaires suivantes, selon la gravité des faits :

1° La réprimande;
2° La privation de traitement pendant un mois au plus;
3° La suspension de fonctions limitée à deux mois au plus (la suspension entraîne de plein droit la privation de traitement);
4° La mise en non-activité;
5° La révocation.

La réprimande est donnée par écrit et peut être infligée aux subordonnés, par tous les fonctionnaires qui ont au moins le grade

d'ingénieur; le fonctionnaire qui l'a infligée doit en donner connaissance à son chef immédiat.

La privation de traitement peut être prononcée pour dix jours par les ingénieurs en chef.

La privation de traitement pendant plus de dix jours et la suspension de fonctions sont prononcées par notre ministre des travaux publics.

La mise en non activité et la révocation sont prononcées par Nous.

Les punitions sont mentionnées dans les états de service; elles peuvent être rayées par décision motivée du supérieur du fonctionnaire qui les aura infligées.

Le fonctionnaire qui aura infligé la peine de la privation de traitement ou de la suspension, de même que celui qui en aura ordonné la radiation, en donnera immédiatement connaissance à notre ministre.

Les retenues opérées sur les traitements, par suite de peines disciplinaires, sont versées à la caisse des veuves et orphelins du ministère des travaux publics, conformément à la loi du 21 juillet 1844. Ces versements ne peuvent pas dépasser une somme égale au traitement d'un mois.

COSTUME.

Art. 34. Une disposition royale déterminera ultérieurement le costume des membres du corps des mines.

L'uniforme prescrit par les arrêtés royaux des 29 août 1831, 17 avril 1835 et 6 décembre 1838 est provisoirement maintenu.

TRAITEMENTS. — FRAIS DE BUREAU ET INDEMNITÉS DE DÉPLACEMENT.

Art. 35. Les traitements annuels des membres du corps des mines sont fixés ainsi qu'il suit :

Ingénieur en chef de première classe.	6,300
Ingénieur en chef de deuxième classe.	5,200
Ingénieur de première classe	3,800
Ingénieur de deuxième classe	3,200
Sous-ingénieur.	2,400
Aspirant ingénieur de première classe	2,400
Aspirant ingénieur de deuxième classe.	2,000
Aspirant ingénieur de troisième classe.	1,600

Art. 36. Lorsqu'un membre du corps remplit les fonctions d'un grade supérieur, sans qu'il y ait de titulaire, il lui est alloué, en sus de son traitement propre, la moitié de la différence entre son traitement et celui de la dernière classe du grade dont il fait l'intérim. Il touche en outre les indemnités de frais de bureau et de déplacement attribuées aux fonctions qu'il remplit provisoirement.

Art. 37. Le traitement des aspirants ingénieurs de première classe ayant plus de dix années de grade dans cette classe peut être porté à 2,700 francs.

Art. 38. Il est alloué, à titre de frais de bureau et de déplacement, aux ingénieurs en chef et ingénieurs de la section d'activité, une indemnité dont le montant est déterminé chaque année, dans le premier mois de l'exercice, par notre ministre, à raison de l'importance et de l'étendue de leur service.

Le *maximum* de ces indemnités est fixé ainsi qu'il suit :

FRAIS DE BUREAU.

Ingénieur en chef	fr. 800
Ingénieur.	400

FRAIS DE DÉPLACEMENT.

Ingénieur en chef.	fr. 1,200
Ingénieur.	900

Les sous-ingénieurs et les aspirants ingénieurs recevront des indemnités de déplacement qui seront liquidées sur états trimestriels d'après les bases suivantes :

GRADES.	INDEMNITÉS.		
	Par chaque descente dans les mines	Par lieue.	Par séjour.
Sous-ingénieur . . .	6 francs.	75 centimes.	6 francs.
Aspirant-ingénieur .	4 »	50 »	4 »

La somme globale à allouer pour ces indemnités sera fixée chaque année par notre ministre; elle ne pourra dépasser un *maximum* calculé d'après les bases ci-dessous indiquées :

Par sous-ingénieur soumis à des déplacements. . . . fr. 600

Par aspirant ingénieur soumis à des déplacements. . . » 400

Le conseil des ingénieurs, sur l'avis des chefs de service, fera chaque année la répartition de l'allocation entre les directions et districts suivant leurs besoins; cette répartition sera soumise à l'approbation de notre ministre. Le *maximum* accordé à chaque service ne pourra être dépassé.

Les ingénieurs viseront les états trimestriels de leurs subordonnés. Ils en retrancheront les tournées qui ne leur paraîtront pas suffisamment motivées, ainsi que les descentes dans les mines qui ne justifieraient pas la rémunération spéciale affectée à cette opération.

Art. 39. Dans le cas de travaux extraordinaires et importants dont la direction et la surveillance seraient confiées à des membres du corps déjà chargés d'un service actif, notre ministre peut, soit allouer à ces fonctionnaires un supplément d'indemnité pour frais de bureau et de déplacement, soit les autoriser à présenter des états de frais de route réglés d'après un tarif que Nous Nous réservons d'arrêter ultérieurement.

Art. 40. Tout déplacement imprévu en dehors du ressort, qui s'effectue en vertu d'une disposition ministérielle, peut donner lieu à une indemnité qui est déterminée d'après les principes indiqués à l'article précédent.

Dans le cas d'une mission à l'étranger, notre ministre fixe le montant des indemnités à allouer.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 41. Avant d'entrer en fonctions, les membres du corps des mines prêtent le serment prescrit par le décret du congrès national du 20 juillet 1831.

Art. 42. Les membres du corps des mines qui ont été démissionnés honorablement et mis à la retraite, peuvent être autorisés à conserver leur grade ou être promus à un grade supérieur à titre honorifique et à porter l'uniforme de ce grade.

Art. 43. Les membres du corps des mines placés dans la sec-

tion d'activité, ne peuvent gérer simultanément aucun autre emploi rétribué par l'État, les provinces, les communes ou les administrations publiques.

Il leur est interdit d'accepter aucun mandat électif, d'exercer aucune profession lucrative, de faire, soit par eux-mêmes, soit sous le nom de leur femme ou de toute autre personne interposée, aucune espèce de commerce, comme aussi de participer à la direction ou à l'administration de toute société ou établissement industriel.

Notre ministre peut, dans des cas particuliers, les relever des interdictions établies par les deux paragraphes précédents.

Art. 44. Les fonctionnaires qui se trouvent dans l'un des cas prévus par l'art. 43, doivent, dans le délai de six mois, renoncer aux emplois et aux professions incompatibles avec leur position dans le service des mines.

Ceux qui veulent être relevés des interdictions établies audit article doivent en faire la demande dans le délai de trois mois.

Les délais mentionnés ci-dessus prennent cours à dater de la publication du présent arrêté.

Art. 45. Lors de la démission, de la mise en disponibilité ou en non-activité, de la retraite ou du décès d'un membre du corps des mines, il est procédé, à la diligence du fonctionnaire immédiatement supérieur, au récolement de l'inventaire de ses bureaux et à la remise de ses archives au fonctionnaire désigné pour le remplacer.

Art. 46. Sont abrogées toutes les dispositions organiques du corps des ingénieurs des mines qui seraient contraires à celles du présent arrêté, ainsi que les dispositions de notre arrêté du 11 mars 1847.

DISPOSITION TRANSITOIRE.

Art. 47. Par dérogation à l'art. 23 du présent arrêté, les aspirants ingénieurs qui comptent au moins dix années de grade et qui n'ont pas subi les examens réglés par nos arrêtés du 17 septembre 1845 et du 15 octobre 1847, peuvent être admis au grade de sous-ingénieur effectif sans nouveaux examens, sur la proposition motivée du conseil des ingénieurs. Toutefois, cette exception ne peut s'étendre qu'à une nomination de sous-ingénieur sur trois.

Dans tous les cas, ces aspirants reçoivent, après dix années de service, le titre de sous-ingénieur honoraire.

Notre ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 28 mars 1850.

LÉOPOLD.

PAR LE ROI :

Le ministre des travaux publics,

H. ROLIN.

NOTA. L'organisation de l'administration des chemins de fer et des postes sera insérée dans le tome IX des *Annales*.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

PERSONNEL.

M. ROLIN (HIPPOLYTE), G. O. ✱, grand-croix de l'ordre de Charles III, ministre des travaux publics, le 18 juillet 1848.

Cabinet du ministre.

M. DUPONT (E.), chef de bureau, secrétaire.

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL.

M. BAREEL (C.-F.-J.), ✱, C. ✱, chevalier de l'ordre de l'aigle rouge de Prusse, secrétaire général.

Direction du secrétariat général.

M. STAS (P.-J.), directeur.

1er BUREAU. — *Comptabilité générale.*

M. . . . . chef de bureau.

2e BUREAU. — *Sommier général du personnel; pensions et secours.*

M. Mathieu (Hipp.), chef de bureau.

3e BUREAU. — *Matériel, archives et bibliothèque.*

M. Van den Peereboom (Th.), chef de bureau.

4e BUREAU. — *Indicateur général et expédition.*

M. Visbleur (P.-F.), chef de bureau.

5e BUREAU. — *Contentieux et affaires générales.*

M. Dupont (E.), chef de bureau.

ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES.

Direction générale.

MM. Noel (J.-F.), O. ✠, O. ✠, ✠, directeur général.

Desart (H.-G.), O. ✠, ✠, ingénieur en chef de 2e classe des ponts et chaussées.

Cogniout (J.), ingénieur de 3e classe des ponts et chaussées.

Inspection générale des ponts et chaussées.

M. Willmar (E.-E.-G.), O. ✠, inspecteur général.

Inspection générale des mines.

M. Devaux (J.-A.-J.), O. ✠, inspecteur général.

Direction des routes et des mines.

M. Bisserot (F.), ✠, ingénieur en chef de 2e classe des ponts et chaussées, directeur.

1er BUREAU. — *Routes.*

M. LAVALLÉE (A.), chef de bureau.

2e BUREAU. — *Mines.*

M. CHICORA (L.-C.-A.), chef de bureau.

Direction des travaux hydrauliques et des chemins de fer en construction.

M. O'SULLIVAN (E.-P.), directeur.

1er BUREAU. — *Travaux hydrauliques.*

M. VERBRUGGHEN (A.), chef de bureau.

2e BUREAU. — *Chemins de fer en construction.*

M. ROSENDAHL (S.), chef de bureau.

ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER ET DES POSTES.

Direction générale.

M. MASUI (J.-B.), O. ✠, C. ✠, commandeur de l'ordre du prince Ernest de Saxe-Cobourg, officier de l'ordre de l'aigle rouge de Prusse, directeur général.

Inspection générale du service technique des chemins de fer.

M. CABRY (H.), ✠, ✠, inspecteur général.

Inspection générale du service commercial des chemins de fer.

M. GROSFILS (J.-F.-M.), ✠, ingénieur en chef de 2e classe des ponts et chaussées, inspecteur général.

Inspection générale des postes.

M. DELFOSSE (F.-A.), ✠, O. ✠, inspecteur général.

Direction des chemins de fer.

M. MÉLOTTE (H.-G.-J.), directeur.

1er BUREAU. — *Service technique.*

M. GRÉNON (J.), chef de bureau.

2e BUREAU. — *Service commercial.*

M. DANDELIN (H.), chef de bureau.

3e BUREAU. — *Affaires générales; comptabilité; personnel.*

M. GENDEBIEN (F.), chef de bureau.

Direction des postes.

M. le comte D'ALDIN (L.-T.), ✻, chevalier de l'ordre de l'aigle rouge de Prusse, directeur.

1er BUREAU. — *Affaires générales; service des articles d'argent, etc.*

M. VANDER ZANDEN (C.-A.-C.), chef de bureau.

2e BUREAU. — *Transport des dépêches; relais; messageries; service rural.*

M. VAN CAUBERGH (J.), chef de bureau.

3e BUREAU. — *Franchise et contre-seing; rebuts; matériel.*

M. THIMISTER (C.), chef de bureau.

Contrôle du timbre des coupons du chemin de fer et du timbre d'affranchissement des postes.

Contrôle du timbre des coupons du chemin de fer.

M. VYNCKE, contrôleur.

Contrôle du timbre d'affranchissement des postes.

M. DUFOUR (A.), chef de bureau.

PONTS ET CHAUSSÉES.

I.

TABLEAU GÉNÉRAL DU CORPS DES INGÉNIEURS.

(ARRÊTÉ ROYAL DU 1er FÉVRIER 1850.)

Inspecteurs généraux.

MM. Teichmann, Théodore-Jean, O. ✠, O. ✱, ✱.
De Moor, François-Joseph, O. ✠, ✠, O. ✱.

M. Willmar, Étienne-Elisabeth-Georges, O. ✠.

Inspecteurs.

M. Masui, Jean-Baptiste, O. ✠, C. ✱, commandeur de l'ordre du prince Ernest de Saxe-Cobourg, décoré de l'aigle rouge de Prusse.

M. Gernaert, François-Joseph, O. ✠, ✱.

Ingénieurs en chef de première classe.

MM. Roget, Nicolas, ✠, ✱.
Godin, Edouard-Florent, ✠.
Groetaers, Georges-Napoléon, ✠, ✱.

MM. Gérardot de Sermoise, Jacques-Arnold, O. ✠.
Kummer, Ulric-Nicolas, O. ✠, ✱.
Wolters, Mathias-Joseph, ✠.

Ingénieurs en chef de deuxième classe.

MM. Delahaye, André-Jos., ✠.
Desart, Henri-Guillaume, O. ✠, ✱.
Bisserot, François, ✠.
Guioth, Jacques-Léon, ✠.

MM. Grosfils, Gilles-François-Michel, ✠.
Dutreux, Nicolas, ✠.
Maus, Henri-Joseph, ✠.

Ingénieurs en chef de deuxième classe honoraires.

M. Wellens, François.

M. Magis, Herman-Joseph.

Ingénieurs de première classe.

MM. Halkin, Jacques-Joseph.
Fumière, Michel-Joseph.
Maes de Zutter, Jacques-Jean.
Lemmen, Élie-Frédéric.
Petitjean, Pierre-Joseph, ✠.
O'Sullivan, Hippolyte-Désiré-Philippe.

MM. Manilius, Joseph.
Splingard, François, ✠.
De Grandvoir, Lambert.
Spaak, Jean-Charles-Henri.
Forret, Félix-Alexandre, ✠.
Desmarais, Thomas-Louis.

Ingénieurs de deuxième classe.

MM. Cordonnier, Mathieu-Joseph.
Houbotte, Jacques-Gérard-Joseph, ✠.
De Jaer, Alfred-Antoine-Hyacinthe.
Belpaire, Alphonse.
Lebens, Théodore.
Dumon, Charles-Joseph.
Hanquet, Victor.
De Perre, Jean-Baptiste.
Masson, Stanislas-Hubert-Ernest.

MM. Dandelin, Achille.
Carez, Maximilien.
Dupré, Joseph-Louis-Victor.
Stevens, Léonard.
Van Moere, Bernard-François.
D'Elhoungne, Victor-Martial-Prosper.
Van Meus, Jean-Baptiste.
Goddyn, Louis-Eugène.

Ingénieurs de troisième classe.

MM. De Clercq, Philippe, ✠.
Gombert, Jules.
Bodet, Siméon-Joseph.
Zuber, Frédéric.
Vanderheyden à Hauzeur, Hyacinthe.

MM. Cognioul, Joseph.
Lambert, Toussaint.
Crepin, Léopold-Louis-Joseph.
Bernard, Jean-Baptiste.
Depermentier, Gust.-J.-B.-Barthél.

MM. Laurensius, Bernard-François.
Boudin, Emmanuel-Joseph.
Colson, Henri-Jean.
Ubaghs, Jean-Guillaume.
Denis, Joachim-Joseph.
Rousseau, Frédéric-Victor.
Leclercq, Florent.
Grosfils, Jacques-Joseph-Auguste.
MM. Carez, Eugène-Jean-Baptiste.
Van Esschen, Nap.-Guill.-Const.-Florimond.
Malécot, Léon.
Piérard, Télesphore.
Huriau, Jean-Baptiste.
Drugmand, Désiré.
Gille, Jean-Joseph.
Pinsard, Henri-Joseph.

Sous-ingénieurs.

MM. Rombaux, Jean-Baptiste.
Dedier, Félix.
Morelle, Héliodore.
Andries, Joseph-Louis.
Andries, Charles-André.
Leclerc, François-Camille-Gustave.
Crespelle, Jules.
Van Schoubroeck, Léopold.
Lamal, Théodore-Joseph.
MM. Petit, Félix.
De Bruyn, David-Joseph.
Leclerc, Jean-Michel-Joseph.
Deneef, Théodore.
Berger, Louis.
Declercq, Guillaume.
Stockman, Henri.
Beaufort, Nicolas.
Labye, Clément.

Conducteurs de première classe.

MM. Heindryckx, Jos.-Louis-Bernard.
Wincq, Augustin-Joseph.
De Rudder, Henri-Josse-Martin.
Groulard, Hubert-Joseph.
Declercq, Jean-Léopold.
Hérouet, Pierre-Nicolas.
De Spineto, Nicolas-Louis.
Penant, Jean-Baptiste.
Engels, Antoine.
Stevens, Guillaume.
Garnier, Clément-François-Émile.
MM. Van Praet, Jean-Henri.
Pillement, Joseph-Benjamen.
Thibésard, Gilles-Joseph.
Muls, Édouard.
Canivet, Stanislas.
Van Ringh, Henri-Joseph.
Jonckheere, Henri-Antoine-Jean.
Rousseau, Jean-Joseph.
Schorn, Jean-Pierre.
Gérardi, Norbert-Henri.
Jaminé, Jean-Lambert.
Diegerick, Frédéric-Jean.

MM. Taquet, Léopold-Charles.
Dandelin, Louis.
Mottequin, Pierre-Joseph.
Dupont, Jean-Baptiste.

MM. Trouet, Jacques.
Braibant, Charles-Théodore.
Piérart, Édouard-Charles.

Conducteurs de deuxième classe.

MM. Courtois, Jean-Pierre-Alexandre.
Fontaine, François.
Delahaye, Jean-Baptiste.
Lamury, Antoine-Michel.
Scheepers, Mathieu.
Groulard, Victor-Joseph.
Bombeke, Pierre-Joseph.
Wellen, Jean-Mathieu.
Nef, Ferdinand-Joseph.
Delhaise, Jean-Jacques.
Basse, Édouard.
Rogier, Jacques.
Kempynck, Auguste-Jean.
De Aguilar, Théodore.
Degreny, Ladislas.
Dupont, Jean-Pierre.
Gilly, Édouard-Edmond.
Thomas, Charles.
Renaud, Henri-Antoine.
Mallet, Victor-Cyprien-Joseph.
Descamps, Alfred.
Lamquet, Guillaume-Emmanuel-Hector.
Maes, Edmond-Édouard.
Crocq, Jean-Baptiste.
Colpaert, Dominique.
Silvais, Melchior-Auguste.
Balbeur, Jean-Baptiste.
Delgotal, Arnold-Joseph.
Criquelion, Jules-César.
Stiénon, Henri.

MM. Defawe, Édouard-Jacques.
Guinotte, Joseph.
Petit, Jean-Baptiste-Joseph.
Thein, Nicolas.
Wantzel, Charles-Frédéric-Guillaume.
Dethy, Jean-Baptiste-Xavier.
Bassing, Théodore.
Decreeft, Laurent.
Sérésia, Louis-François-Édouard.
Petitjean, Jean-Joseph.
Crets, Georges-Grégoire.
Mottin, François.
Mathioli, Charles.
Simonis, Paul-François.
Descamps, Edmond.
Keelhoff, Joseph.
Deltour, Pierre-Joseph.
Maertens, Jean.
Brockmann, Frédéric-Guillaume.
Blonden, Guillaume.
Roeyers, Pierre-Joseph.
Jacques, Félix-Arnold-Louis.
Michaux, Justin.
Maciejowski, Ignace.
Heymans, Frédéric-Antoine.
Adam, Louis-Joseph.
Poppe, Jean-Baptiste.

Conducteurs de troisième classe.

MM. Poncelet, Léon-Joseph.
Moreau, Pierre-Joseph.
Cordier, Georges-Joseph.
Traets, David.
Van Vreckom, Frédéric-Joseph.
Guilmot, Joseph-Antoine-Édouard.
Baré, Édouard.
Dewinter, Félix.
Goedert, Christophe.
Geswein, Mathias.
Ricaille, Jean-Joseph.
Lumen, Louis-Joseph.
Schanus, Willebrord-Michel-Joseph.
Cambier, André-Joseph.
Daubresse, Gustave.
Tielemans, François.
Monami, Remy-Servais-Auguste.
Besme, Jules.
Giroux, Léon.
Guillery, Charles-François-Hippolyte.
Segers, Jean-Baptiste.
Vieuxjean, Thomas-Joseph.
Vandeloo, Auguste-Théodore.
Lejeune, Henri-Hubert.
Despreetz, Émile-Antoine-Joseph.
Theunens, Barthélemy.
Besseling, Nicolas.
Claes, Eugène.

MM. Declercq, Constant-Benoît-Honoré.
Lallement, Richard-Émile.
Courtois, Henri-Norbert.
Hetten, Théodore.
Toeffaert, Charles.
Didier, Louis.
Dispaux, Jean-Ghislain.
Vander Elst, Cyrin.
Vanhoegaerden, Alphonse.
Waeghemans, Édouard.
Bekaert, François-Marie-Pierre.
Trouet, Godefroid.
Misonne, Alphonse-Philippe-Joseph.
Geevaert, Ivon.
Goffin, Jean-Christophe.
Guillery, Théodore.
Simon, Théodore.
Wybauw, Henri-Emmanuel.
Vergauwen, Louis-Charles.
Vande Velde, Jean-Henri-Victor.
Prisse, Adolphe-Pierre-Florent.
Coppens, Eugène.
D'Huart, Gustave-François-Louis.
De Moor, Édouard-Jean-François.
Canivet, Jules.
Rosseels, Jean-Louis-Félix.
Groulard, Charles.
Alexandre, Remacle.

MM. Hanus, Ferdinand.
De Posch, Félix-Jean.
Joannès, Nicolas-Isidore.
Vander Elst, Lucien-Léandre.
Lambert, Antoine-Joseph.
Heymans, Vital-Jean.
Dubois, François.
Baetens, François.

MM. Lallemand, Jean-Joseph-Victor.
D'Hondt, Remy.
Dincq, Édouard.
Paheau, Louis.
Lams, Jacques.
Carpentier, Dieudonné.
Gody, Lambert-Joseph.
Lebois, Thomas-Joseph.

II.

CLASSEMENT DU PERSONNEL EN DEUX SECTIONS.

A. SECTION D'ACTIVITÉ.

(Art. 4 de l'arrêté organique.)

§. 1er.

MM. Willmar, Étienne-Élisabeth-Georges, inspecteur général.
Desart, Henri-Guillaume, ingénieur en chef de 2e classe.
Cognioul, Joseph, ingénieur de 3e classe.
Andries, Joseph-Louis, sous-ingénieur.
Stevens, Guillaume, conducteur de 1re classe.

§. 2.

Inspecteur.

M. Gernaert, François-Joseph.

Ingénieurs en chef de première classe.

MM. Godin, Édouard-Florent.
Groetaers, Georges-Napoléon.

MM. Gérardot de Sermoise, Jacques-Arnold.
Kummer, Ulric-Nicolas.
Wolters, Mathias-Joseph.

Ingénieurs en chef de deuxième classe.

MM. Delahaye, André-Joseph.
Guioth, Jacques-Léon.

M. Dutreux, Nicolas.

Ingénieurs de première classe.

MM. Halkin, Jacques-Joseph.
Fumière, Michel-Joseph.
O'Sullivan, Hipp.-Désiré-Philippe.
De Grandvoir, Lambert.
MM. Spaak, Jean-Charles-Henri.
Forret, Félix-Alexandre.
Desmarais, Thomas-Louis.

Ingénieurs de deuxième classe.

MM. Cordonnier, Mathieu-Joseph.
Houbotte, Jacques-Gérard-Joseph.
Dejaer, Alfred-Antoine-Hyacinthe.
Lebens, Théodore.
Dumon, Charles-Joseph.
MM. Hanquet, Victor.
De Perre, Jean-Baptiste.
Masson, Stanislas-Hubert-Ernest.
Carez, Maximilien.
D'Elhoungne, Victor-Martial-Prosper.
Goddyn, Louis-Eugène.

Ingénieurs de troisième classe.

MM. De Clercq, Philippe.
Gombert, Jules.
Lambert, Toussaint.
Crépin, Léopold-Louis-Joseph.
Bernard, Jean-Baptiste.
Depermentier, G.-J.-B. Barthélemy.
Laurensius, Bernard-François.
MM. Colson, Henri-Jean.
Rousseau, Frédéric-Victor.
Grosfils, Jacques-Joseph-Auguste.
Carez, Eugène-Jean-Baptiste.
Piérard, Télesphore.
Huriau, Jean-Baptiste.
Gille, Jean-Josepb.
Pinsard, Henri-Joseph.

Sous-ingénieurs.

MM. Dedier, Félix.
Morelle, Héliodore.
Leclerc, François-Camille-Gustave.
Crespelle, Jules.
MM. Vanschoubroeck, Léopold.
Lamal, Théodore-Joseph.
Petit, Félix.
De Bruyn, David-Joseph.
Labye, Clément.

Conducteurs de première classe.

MM. Wincq, Auguste-Joseph.
De Rudder, Henri-Josse-Martin.
Groulard, Hubert-Joseph.
De Clercq, Jean-Léopold.
Hérouet, Pierre-Nicolas.
De Spineto, Nicolas-Louis.
Penant, Jean-Baptiste.
Engels, Antoine.
Garnier, Clément-François-Émile.
Van Praet, Jean-Henri.
Pillement, Joseph-Benjamin.

MM. Canivet, Stanislas.
Van Ringh, Henri-Joseph.
Jonckheere, Henri-Antoine-Jean.
Schorn, Jean-Pierre.
Gérardi, Norbert-Henri.
Jaminé, Jean-Lambert.
Diegerick, Frédéric-Jean.
Taquet, Léopold-Charles.
Dandelin, Louis.
Trouet, Jacques.
Braibant, Charles-Théodore.
Piérart, Édouard-Charles.

Conducteurs de deuxième classe.

MM. Courtois, Jean-Pierre-Alexandre.
Delahaye, Jean-Baptiste.
Lamury, Antoine-Michel.
Scheepers, Mathieu.
Groulard, Victor-Joseph.
Wellen, Jean-Mathieu.
Delhaise, Jean-Jacques.
Basse, Édouard.
Rogier, Jacques.
Kempynck, Auguste-Jean.
Colpaert, Dominique.
Silvais, Melchior-Auguste.
Balbeur, Jean-Baptiste.
Delgotal, Arnold-Joseph.
Criquelion, Jules-César.
Stiénon, Henri.
Defawe, Édouard-Jacques.
Petit, Jean-Baptiste-Joseph.
Wantzel, Ch.-Fréd.-Guill.

MM. Dethy, Jean-Baptiste-Xavier.
Bassing, Théodore.
Seresia, Louis-François-Édouard.
Petitjean, Jean-Joseph.
De Aguilar, Théodore.
De Greny, Ladislas.
Dupont, Jean-Pierre.
Gilly, Édouard-Edmond.
Thomas, Charles.
Renaud, Henri-Antoine.
Mallet, Victor-Cyprien-Joseph.
Descamps, Alfred.
Maes, Edmond-Édouard.
Crocq, Jean-Baptiste.
Crets, Georges-Grégoire.
Mottin, François.
Simonis, Paul-François.

MM. Descamps, Edmond.
Deltour, Pierre-Joseph.
Blonden, Guillaume.
Jacques, Félix-Arnold-Louis.

MM. Michaux, Justin.
Maciejowski, Ignace.
Heymans, Frédéric-Antoine.
Adam, Louis-Joseph.
Poppe, Jean-Baptiste.

Conducteurs de troisième classe.

MM. Moreau, Pierre-Joseph.
Cordier, Georges-Joseph.
Traets, David.
Van Vreckom, Frédéric-Joseph.
Guilmot, Joseph-Antoine-Édouard.
Baré, Édouard.
Dewinter, Félix.
Goedert, Christophe.
Ricaille, Jean-Joseph.
Lumen, Louis-Joseph.
Schanus, Willebrord-Michel-Joseph.
Cambier, André-Joseph.
Daubresse, Gustave.
Tielemans, François.
Monami, Remi-Servais-Auguste.
Besme, Jules.
Giroux, Léon.
Segers, Jean-Baptiste.
Vieuxjean, Thomas-Joseph.
Vandeloo, Auguste-Théodore.
Lejeune, Henri-Hubert.
Despreetz, Émile-Antoine-Joseph.
Theunens, Barthélemi.
Besseling, Nicolas.
Claes, Eugène.

MM. De Clercq, Const.-Benoît-H.
Lallement, Richard-Émile.
Courtois, Henri-Norbert.
Toeffaert, Charles.
Didier, Louis.
Dispaux, Jean-Ghislain.
Waeghemans, Édouard.
Bekaert, Fr.-Marie-Pierre.
Trouet, Godefroid.
Misonne, Alphonse-Philippe-Joseph.
Geevaert, Ivon.
Goffin, Jean-Christophe.
Guillery, Théodore.
Vergauwen, Louis-Charles.
Prisse, Adolphe-Pierre-Florent.
D'Huart, Gustave-François-Louis.
Canivet, Jules.
Rosseels, Jean-Louis-Félix.
Groulard, Charles.
Alexandre, Remacle.
Hanus, Ferdinand.
De Posch, Félix-Jean.
Joannès, Nicolas-Isidore.
Vander Elst, Lucien-Léandre.
Lambert, Antoine-Joseph.
Heymans, Vital-Jean.
Dubois, François.

MM. Baetens, François.
Lallemand, Jean-Joseph-Victor.
D'Hont, Remy.

MM. Dincq, Édouard.
Paheau, Louis.
Lams, Jacques.
Carpentier, Dieudonné.

B. SECTION DE DISPONIBILITÉ.

(Art 5. de l'arrêté organique.)

§. 1er.

MM. De Moor, François-Joseph, inspecteur général honoraire.
Roget, Nicolas, ingénieur en chef de 1re classe.
Wellens, François, ingénieur en chef de 2e classe honoraire.
Magis, Herman-Joseph, ingénieur en chef de 2e classe honoraire.
Maes de Zutter, Jacques-Jean, ingénieur de première classe.
Lemmen, Élie-Frédéric, — —
Van Meus, Jean-Baptiste, ingénieur de 2e classe.
Bodet, Siméon-Joseph, ingénieur de 3e classe.
Zuber, Frédéric, — —
Heindryckx, Joseph-Louis-Bernard, conducteur de 1re classe.
Fontaine, François, conducteur de 2e classe.
Bombeke, Pierre-Joseph, — —
Nef, Ferdinand-Joseph, — —
Mathioli, Charles, — —
Guillery, Charles-François-Hippolyte, conducteur de 3e classe.
Hetten, Théodore, conducteur de troisième classe.

§. 2.

MM. Teichmann, Théodore-Jean, inspecteur général.
Masui, Jean-Baptiste, inspecteur.
Bisserot, François, ingénieur en chef de 2e classe.
Grosfils, Gilles-François-Michel, — —
Petitjean, Pierre-Joseph, ingénieur de 1re classe.
Manilius, Joseph, — —
Belpaire, Alphonse, ingénieur de 2e classe.

MM. Dandelin, Achille, ingénieur de 2e classe.
Stevens, Léonard, — —
Van Moere, Bernard-François, — —
Boudin, Emmanuel-Joseph, ingénieur de 3e classe.
Leclercq, Florent, — —
Van Esschen, Napoléon-Guillaume-Constant-Florimond, ingénieur de 3e classe.
Malécot, Léon, ingénieur de 3e classe.
Andries, Charles-André, sous-ingénieur.
Leclerc, Jean-Michel-Joseph, —
Thibésard, Gilles-Joseph, conducteur de 1re classe.
Muls, Édouard, — —
Rousseau, Jean-Joseph, — —
Mottequin, Pierre-Joseph, — —
Dupont, Jean-Baptiste, — —
Lamquet, Guillaume-Emmanuel-Hector, conducteur de 2e classe.
Thein, Nicolas, conducteur de 2e classe.
De Creeft, Laurent-Charles, — —
Keelhoff, Joseph, — —
Maertens, Jean, — —
Brockmann, Frédéric-Guillaume, — —
Roeyers, Pierre-Joseph, — —
Geswein, Mathias, conducteur de 3e classe.
Wybauw, Henri-Emmanuel, — —
Vande Velde, Jean-Henri-Victor, — —
Gody, Lambert-Joseph, — —
Lebois, Thomas-Joseph, — —

§ 3.

MM. Vanderheyden à Hauzeur, Hyacinthe, ingénieur de 3e classe.
Poncelet, Léon-Joseph, conducteur de 3e classe.

§ 4.

MM. De Neef, Théodore, sous-ingénieur.
Berger, Louis, —
De Clercq, Guillaume. —
Stockman, Henri, —
Beaufort, Nicolas, —

§ 3.

MM. Maus, Henri-Joseph, ingénieur en chef de 2e classe.
Splingard, François, ingénieur de 1re classe.
Dupré, Joseph-Louis-Victor, ingénieur de 2e classe.
Ubaghs, Jean-Guillaume, ingénieur de 3e classe.
Denis, Joachim-Joseph, — —
Drugmand, Désiré, — —
Rombaux, Jean-Baptiste, sous-ingénieur.
Guinotte, Joseph, conducteur de 2e classe.
Vander Elst, Cyrin, conducteur de 3e classe.
Vanhoegaerden, Alphonse, — —
Simon, Théodore, — —
Coppens, Eugène, — —
De Moor, Édouard-Jean-François, — —

III.

ÉTAT DE RÉPARTITION DU PERSONNEL DANS LES NEUF DIRECTIONS PROVINCIALES.

PROVINCE D'ANVERS.

MM. Kummer (U.-N.), ingénieur en chef de première classe.
De Bruyn (D.-J.), sous-ingénieur.
Lebens (T.), ingénieur de deuxième classe.
Goddyn (L.-E.), — — —
Piérard (T.), ingénieur de troisième classe.
Engels (A.), conducteur de première classe.
Gérardi (N.-H.), — — —
Scheepers (M.), conducteur de deuxième classe.
Colpaert (D.), — — —
Criquelion (J.-C.), — — —
Stiénon (H.), — — —
Deltour (P.-J.), — — —
Heymans (F.-A.), — — —
Lumen (L.-J.), conducteur de troisième classe.
Waeghemans (E.), — — —
Vergauwen (L.-C.), — — —
Prisse (A.-P.-F.), — — —

PROVINCE DE BRABANT.

MM. Groetaers (G.-N.), ingénieur en chef de première classe.
Dedier (F.), sous-ingénieur.
O'Sullivan (H.-D.-P.), ingénieur de première classe.
Masson (S.-H.-E.), ingénieur de deuxième classe.
Carez (Maximilien), — — —
D'Elhoungne (M.-P.), — — —
Carez (Eugène), ingénieur de troisième classe.
Penant (J.-B.), conducteur de première classe.
Courtois (J.-P.-A.), conducteur de deuxième classe.
Renaud (H.-A.), — — —
Mallet (V.-C.-J.), — — —
Crocq (J.-B.), — — —
Delgotal (A.-J.), — — —
Dethy (J.-B.-X.), — — —
Petitjean (J.-J.), — — —
Crets (G.-G.), — — —
Mottin (F.), — — —
Moreau (P.-J.), conducteur de troisième classe.
Van Vreckom (J.-J.) — — —
Ricaille (J.-J.), — — —
Tielemans (J.), — — —
Besme (J.), — — —
Vieux-Jean (E.-J.), — — —
Alexandre (R.), — — —
D'Hondt (R.), — — —
Paheau (L.), — — —
Carpentier (D.), — — —

PROVINCE DE LA FLANDRE OCCIDENTALE.

MM. Gérardot de Sermoise (J.), ingénieur en chef de 1re classe.
Petit (F.), sous-ingénieur.
Forret (J.-A.), ingénieur de première classe.
Declercq (P.), ingénieur de troisième classe.
Crepin (L.-L.-J.), — — —
Rousseau (F.-V.), — — —

MM. Declercq (J.-L.), conducteur de première classe.
Van Praet (J.-H.), — — —
Pillement (J.-B.), — — —
Jonckheere (H.-A.-J.), — — —
Dandelin (L.), — — —
Kempynck (A.-J.), conducteur de deuxième classe.
De Aguilar (T.), — — —
Wantzel (C.-J.-G.), — — —
Serésia (L.-J.-E.), — — —
Poppe (J.-B.), — — —
Vandeloo (A.-T.), conducteur de troisième classe.
Rosseels (J.-L.-J.), — — —
Lams (J.), — — —

PROVINCE DE LA FLANDRE ORIENTALE.

MM. Wolters (M.), ingénieur en chef de première classe.
Lamal (T.-J.), sous-ingénieur.
Spaak (J.-C.-H.), ingénieur de première classe.
Desmarais (T.-L.) — — —
De Perre (J.-B.), ingénieur de deuxième classe.
Colson (H.-J.-M.), ingénieur de troisième classe.
De Rudder (H.-J.-M.), conducteur de première classe.
Garnier (C.-C.-E.), — — —
Diegerick (F.-J.), — — —
Taquet (L.-C.), — — —
Wellen (J.-M.), conducteur de deuxième classe.
Maes (E.-E.), — — —
Cambier (A.-J.), conducteur de troisième classe.
Segers (J.-B.), — — —
Bekaert (F.-M.-P.), — — —
Gevaert (J.), — — —
Hanus (F.), — — —
De Posch (F.-J.), — — —

PROVINCE DE HAINAUT.

MM. Gernaert (F.), inspecteur.
Vanschoubroeck (L.), sous-ingénieur.
Fumière (M.-J.), ingénieur de première classe.

MM. De Grandvoir (L.), ingénieur de 1re classe.
Gombert (J.), ingénieur de troisième classe.
Huriau (J.-B.), — — —
Groulard (H.-J.), conducteur de première classe.
Herouet (P.-N.), — — —
Canivet (S.), — — —
Piérart (E.-C.), — — —
Rogier (J.), conducteur de deuxième classe.
Thomas (C.), — — —
Descamps (A.), — — —
Petit (J.-B.-J.), — — —
Michaux (J.), — — —
Dewinter (F.), conducteur de troisième classe.
Giroux (L..), — — —
Lallement (R.-E.), — — —
Toeffaert (C.), — — —
Misonne (A.-P.-J.), — — —
Canivet (J), — — —
Groulard (E.), — — —
Vander Elst (L.), — — —
Dubois (F.), — — —
Dincq (E.), — — —

PROVINCE DE LIÉGE.

MM. Delahaye (A.-J.), ingénieur en chef de deuxième classe.
Labye (C.), sous-ingénieur.
Halkin (J.-J.), ingénieur de première classe.
Houbotte (J.-G.-J.), ingénieur de deuxième classe.
Hanquet (V.), — — —
Gille (J.-J.), ingénieur de troisième classe.
De Spinetto (N.-L.), conducteur de première classe.
Schorn (J.-P.), — — —
Groulard (V.-J.), conducteur de deuxième classe.
Dupont (J.-P.), — — —
Silvais (M.-A.), — — —
Defawe (E.-J.), — — —
Descamps (E.), — — —
Blonden (G.), — — —

MM. Cordier (G.-J.), conducteur de troisième classe.
Guilmot (J.-A.-E.), — — —
Baré (E.), — — —
Goedert (C.), — — —
Monami (R.-S.-A.), — — —
Claes (E.), — — —
Guillery (Théodore), — — —
Goffin (J.-C.), — — —

PROVINCE DE LIMBOURG.

MM. Guioth (J.-L.), ingénieur en chef de deuxième classe.
Crespelle (J.), sous-ingénieur.
Bernard (J -B.), ingénieur de troisième classe.
De Permentier (G.-J.-B.), — — —
Grosfils (J.-J.-A.), — — —
Jaminé (J.-L.), conducteur de première classe.
Basse (E.), conducteur de deuxième classe.
Simonis (P.-J.); — — —
Traets (D.), conducteur de troisième classe.
Lejeune (H.-H.), — — —
Theunens (B.), — — —
Declercq (T.-B.-H.) — — —
Lambert (A.-J.), — — —
Heymans (V.-J.), — — —
Lallemand (J.-J.-V.), — — —
Courtois (H.-N.), — — —

PROVINCE DE LUXEMBOURG.

MM. Dutreux (N.), ingénieur en chef de deuxième classe.
Leclerc (F.-C.-G.), sous-ingénieur.
Cordonnier (M.-J.), ingénieur de deuxième classe.
Lambert (T.), ingénieur de troisième classe.
Laurentius (B.-J.), — — —
Trouet (J.), conducteur de première classe.
Lamury (A.-M.), conducteur de deuxième classe.
Balbeur (J.-B.), — — —
Bassing (T.), — — —

MM. Jacques (F.-H.-L.), conducteur de deuxième classe.
Maciejowski (J.), — — —
Schanus (W.-M.-J.), conducteur de troisième classe.
Besseling (N.), — — —
Trouet (G.), — — —
Joannés (N.-J.), — — —

PROVINCE DE NAMUR.

MM. Godin (E.), ingénieur en chef de première classe.
Morelle (H.), sous-ingénieur.
Dejaer (A.-M.-H.), ingénieur de deuxième classe.
Dumon (C.-J.), — — —
Pinsart (H.-J.), ingénieur de troisième classe.
Wincq (A.-J.), conducteur de première classe.
Van Ringh (H.-J.), — — —
Braibant (C.-T.), — — —
Delahaye (J.-B.), conducteur de deuxième classe.
Delhaise (J.-J.), — — —
Degreny (L.), — — —
Gilly (E.-E.), — — —
Adam (L.-J.), — — —
Daubresse (G.), conducteur de troisième classe.
Despretz (E.-A.-J.), — — —
Didier (L.), — — —
Dispaux (J.-G.), — — —
D'Huart (G.-F.-L.), — — —
Baetens (F.), — — —

IV.

INGÉNIEURS ET CONDUCTEURS EN RETRAITE.

MM. Vifquain (J.-B.-J.), inspecteur général honoraire.
De Behr (J.-J.-A.), ingénieur en chef de 1re classe.
Gérardot de Sermoise (J.), — —
Philippe (J.-M.-T.), ingénieur en chef de 1re classe honoraire.

MM. De Dobbeleer (J.-B.), ingénieur en chef de 1re classe honoraire.			
Vandevelde (H.-F.), ingénieur en chef de 2e classe.			
Gambon (Ch.), ingénieur constructeur.			
Moreau (Hub.-Jos.), conducteur de 1re classe.			
Falla (Ch.-Alb.-Ant.),	—		—
Nef (J.-B.-J.),	—		—
Stroop (F.),	—		—
Verdonck (A.-J.),	—		—
Hannecart (C.-J.),	—	2e	—
Bonhomme,	—		—
Merlin (A.-J.),	—	3e	—
Bombeke (V.-J.),	—		—

V.

VEUVES ET ORPHELINS PENSIONNÉS.

A. *Veuves et orphelins d'ingénieurs.*

Noms des ingénieurs.	Grade.	Noms des veuves.
—	—	—
MM. De Brock (Jacq.),	ingén. ordinaire.	Baltia (M.-S.)
De Kautem,	—	Corbisier (I.-A.-E.-J.)
Donnay,	—	Delsaz (J.)
Haberlé,	—	Carmois J.-J.)
Louyet,	ingénieur en chef.	Les orphelins.
Urban,	—	Du Pré (E.-A.-J.)
Simons,	inspecteur divisionnaire.	Les orphelins.
Engels (H.),	ingénieur ordinaire.	Leys (C.-L.-T.)
Delwarde,	— adjoint.	Deprix (A.-J.)
De Marbaix,	ingénieur ordinaire.	Dubut (J.-C.)
Mahauden,		Les orphelins.
De Brock (J.-J.),	ing. en chef directeur.	De Ridder (A.-J.)
D'Oldenneel,	ingénieur ordinaire.	Wilmet (C.-A.-E.-J.)
Harpignies (M.-N.),	—	Delaire (T.-C.)
Guillery (Hipp.),	ingénieur en chef.	Alvin (S.-A.)

B. *Veuves et orphelins de conducteurs.*

Noms des conducteurs.	Classe.	Noms des veuves.
MM. Biourge (A.-A.-J.),	2e	Stienon (H.-G.)
Devaux (V.),	3e	Heye (M.)
Maertens (P.-J.),	2e	Mamet (C.-C.)
Masson (S.-J.-G.),	—	Pieters (A.-M.-J.)
Parsy (J.-C.-L.),	3e	Dardenne (P.-J.)
Philippart (J.-R.-J.),	—	Fabry (A.-J.)
Williame (J.-B.),	2e	Onghena (M.-T.-J.)
Gueret (L.-J.),	—	Les orphelins.
Haumont (J.),	—	Cuvelier (M.-C.)
Collaert (P.-J.),	1re	Henin (M.-T.-A.-A.)
Sano (A.-M.),	—	Vergouts (A.-R.)

MINES.

1.

TABLEAU GÉNÉRAL DU CORPS DES INGÉNIEURS DES MINES.

MM. Devaux (J.-A.-J.), O. ✠, inspecteur général.
Gonot (J.), ✠, ingénieur en chef de 1re classe.
Wellekens (C.-B.), ✠, — 2e —
Gernaert (J.-H.), ✠, — —
Gautier (A.-F.), ✠, — —
Delneufcour (P.-J.), ✠, ingénieur de 1re classe.
Bidaut (J.-G.-E.), ✠, ✠, — —
Mueseler (M.-L.), ingénieur de 2e classe.
Dethier (C.F-.), — —
Rucloux (F.-A.-J.), — —
Jochams (F.), — —
De Crassier (P.-A.), — —
Toilliez (A.), sous-ingénieur.
Poncelet (J.-B.), —
Laguesse (E.-V.-A.), —
Barbière (G.-J.), —

MM. Van Scherpenzeel-Thim, (J.-H.), sous-ingénieur.
Gilon (J.), —
Geoffroy (A.), —
Dumont (G.), —
Devaux (B.-A.), —
Deflandre (L.-J.), aspirant-ingénieur de 1re classe.
Lhoest (A.-G.), — —
Gérard (D.), — —
Defize (E.), — —
Quoilin (C.-L.), — —
Rocour (M.-F.), — —
Dupont (F.), — —
Éloin (F.), — —
Beaujean (J.-A.), — —
Dejaer (C.-A.), aspirant-ingénieur de 2e classe.
Berchem (F.), — —
Ransy (A.), — —
Dechamps (L.), — —
Beer (C.-S.), — —
Flamache (V.), — —
Lambert (G.), — —
Toilliez (D.), — —
Flamache (J.-P.-H.), — —
Godin (A.), — —
Lambert (C.-J.), — —
Mueseler (G.-G.), aspirant-ingénieur de 3e classe.
Castelain (L.), — —
Bougnet (E.-A.-J.), — —
Sadin (A.), — —
Scarcériaux (L.-J.), — —
Hamal (C.-L.), — —
Clément (C.), — —
De Simony (H.), — —
Fabry (H.-J.-A.), — —
Dawance (J.-A.-L.), — —
Chaudron (J.), — —
Bouhy (V.), — —
Drion (J.), — —
Hénin (F.), — —

II.

CLASSEMENT DU PERSONNEL DES MINES.

A. SECTION D'ACTIVITÉ.

§ 1er. — *Direction générale des ponts et chaussées et des mines.*

MM. Devaux, inspecteur général.
Deflandre, aspirant-ingénieur de 1re classe.

§ 2. — *Service des provinces.*

MM. Gonot, ingénieur en chef de 1re classe.
Wellekens, ingénieur en chef de 2e classe.
Delneufcour, ingénieur de 1re classe.
Mueseler (M.-L.), ingénieur de 2e classe.
Dethier, — —
Rucloux, — —
Jochams, — —
De Crassier, — —
Toilliez, sous-ingénieur.
Poncelet, —
Laguesse, —
Van Scherpenzeel-Thim, —
Gilon, —
Geoffroy, —
Dumont, —
Devaux, —
Lhoest, aspirant-ingénieur de 1re classe.
Gérard, — —
Defize, — —
Quoilin, — —
Dupont, — —
Éloin, — —
Beaujean, — —
Dejaer, aspirant-ingénieur de 2e classe.

MM. Berchem, aspirant-ingénieur de 2e classe.
Ransy, — —
Dechamps, — —
Beer, — —
Lambert (G.), — —
Flamache (V.), — —
Toilliez (D.), — —
Godin, — —
Lambert (C.), — —
Bougnet, aspirant-ingénieur de 3e classe.
Scarcériaux, — —
Hamal, — —
Clément, — —
De Simony, — —
Fabry, — —
Dawance, — —
Chaudron, — —
Bouhy, — —
Drion, — —
Hénin, — —

B. SECTION DE DISPONIBILITÉ.

MM. Gernaert, ingénieur en chef de 2e classe.
Gautier, — —
Bidaut, ingénieur de 1re classe.
Barbière, sous-ingénieur.
Rocour, aspirant-ingénieur de 1re classe.
Flamache (H.), aspirant-ingénieur de 2e —
Castelain, aspirant-ingénieur de 3e —
Sadin, — —

C. SECTION DE NON-ACTIVITÉ.

M. Mueseler (G.), aspirant-ingénieur de 3e classe.

III.

RÉPARTITION DU PERSONNEL DES MINES DANS LES DEUX DIRECTIONS PROVINCIALES.

PREMIÈRE DIRECTION. — *Province de Hainaut.*

MM. Gonot, ingénieur en chef de 1re classe.
Dethier, ingénieur de 2e classe.
Scarcériaux, aspirant-ingénieur de 3e classe.
Bouhy, — —

PREMIER DISTRICT. — *Arrondissements judiciaires de Mons et de Tournay.*

MM. Delneufcour, ingénieur de 1re classe.
Toilliez (A.), sous-ingénieur.
Van Scherpenzeel-Thim, —
Lambert (G.), aspirant-ingénieur de 2e classe.
Toilliez (D.), —
De Simony, — 3e —
Chaudron, — —
Drion, — —

DEUXIÈME DISTRICT. — *Arrondissement judiciaire de Charleroy.*

MM. Jochams, ingénieur de 2e classe.
Gilon, sous-ingénieur.
Deschamps, aspirant-ingénieur de 2e classe.
Lambert (C.), — —
Fabry, — 3e —
Dawance, — —
Hénin, — —

DEUXIÈME DIRECTION. — *Provinces de Namur, de Luxembourg et de Liége.*

MM. Wellekens, ingénieur en chef de 2e classe.
Geoffroy, sous-ingénieur.
Flamache (V.), aspirant-ingénieur de 2e classe.

TROISIÈME DISTRICT. — *Province de Namur.*

MM. De Crassier, ingénieur de 2e classe.
Devaux, sous-ingénieur.
Gérard, aspirant-ingénieur de 1re classe.
Quoilin, — —
Éloin, — —
Berchem, — 2e —

QUATRIÈME DISTRICT. — *Province de Luxembourg.*

MM. Poncelet, sous-ingénieur, faisant fonctions d'ingénieur.
Clément, aspirant-ingénieur de 3e classe.

CINQUIÈME DISTRICT. — *Partie de l'arrondissement judiciaire de Liége située à la rive gauche de la Meuse.*

MM. Rucloux, ingénieur de 2e classe.
Laguesse, sous-ingénieur.
Lhoest, aspirant-ingénieur de 1re classe.
Defize, — —
Beaujean, — —
Godin, — 2e —
Hamal, — 3e —

SIXIÈME DISTRICT. — *L'autre partie de l'arrondissement de Liége et les arrondissements judiciaires de Huy et de Verviers.*

MM. Mueseler (M.-L.), ingénieur de 2e classe.
Dumont, sous-ingénieur.
Dupont, aspirant-ingénieur de 1re classe.
Dejaer, — 2e —
Ransy, — —
Beer, — —
Bougnet, — 3e —

IV.

INGÉNIEURS ET ASPIRANTS EN RETRAITE.

MM. Chèvremont (L.-J.), ingénieur en chef.
Durieux (P.-J.), ingénieur de 2e classe.
Floquet (J.-B.), aspirant de 1re classe.

V.

VEUVES PENSIONNÉES.

Noms des fonctionnaires.	Grade.	Noms des veuves.
MM. Dumont (J.-B.-A.),	sous-ingénieur.	Sarton (M.-B.)
Guénair (J.-J.),	aspirant de 2e classe.	Durant (M.-F.-P.)

COMMISSION DIRECTRICE DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

MM. le baron Évain, C. ✠, G. O. ✠, lieutenant-général, ministre d'État, *président*.

Teichmann, O. ✠, O. ✠, ✠, commandeur de l'ordre du mérite civil de Saxe, décoré de l'ordre de l'aigle rouge de Prusse, gouverneur de la province d'Anvers, *vice-président*.

Chapelié, O. ✠, ✠, général-major, commandant de l'école militaire.

De Moor, O. ✠, ✠, O. ✠, inspecteur général des ponts et chaussées.

Devaux, O. ✠, inspecteur général des mines.

Frédérix, ✠, colonel d'artillerie, directeur de la fonderie royale de canons.

La Hure, ✠, capitaine de vaisseau, inspecteur général de la marine.

MM. Lamarle, ✠, professeur à l'université et inspecteur des études à l'école spéciale du génie civil de Gand.

Masui, O. ✠, C. ✠, commandeur de l'ordre du prince Ernest de Saxe-Cobourg, officier de l'ordre de l'aigle rouge de Prusse, directeur général des chemins de fer et des postes.

Noel, O. ✠, O. ✠, ✠, directeur général des ponts et chaussées et des mines.

Quetelet, O. ✠, ✠, directeur de l'observatoire de Bruxelles.

Visschers, ✠, conseiller au conseil des mines.

Desart, O. ✠, ✠, ingénieur en chef des ponts et chaussées, *secrétaire.*

Cognioul, ingénieur des ponts et chaussées, *secrétaire-adjoint.*

COMMISSION DES PROCÉDÉS NOUVEAUX ET DES MATÉRIAUX INDIGÈNES.

MM. Teichmann, O. ✠, O. ✠, ✠, commandeur de l'ordre du mérite civil de Saxe, décoré de l'ordre de l'aigle rouge de Prusse, inspecteur général des ponts et chaussées, *président.*

Devaux, O. ✠, inspecteur général des mines, *vice-président.*

Willmar, O. ✠, inspecteur général des ponts et chaussées.

Cabry, ✠, ✠, inspecteur général du service technique du chemin de fer de l'État.

Roget, ✠, ✠, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Groetaers, ✠, ✠, ingénieur en chef directeur des ponts et chaussées du Brabant.

Kreglinger, ✠, ✠, ingénieur-mécanicien.

Gobert, ingénieur-mécanicien.

Dedier, sous-ingénieur des ponts et chaussées, *secrétaire.*

MEMBRES ADJOINTS.

MM. Chandelon, professeur à l'université de Liége.

Weverbergh, ingénieur-mécanicien.

Andries (Joseph), sous-ingénieur des ponts et chaussées.

CONSEIL DE LA CAISSE DES VEUVES ET ORPHELINS DU DÉPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS ET CONSEIL CONSULTATIF POUR LA COLLATION DES PENSIONS DE RETRAITE.

MM. De Moor, O. ✠, ✠, O. ✠, inspecteur général des ponts et chaussées, *président*.

Devaux, O. ✠, inspecteur général des mines, *vice-président*.

Plaisant (L.), directeur des postes des provinces d'Anvers et de Brabant.

Roget, ✠, ✠, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Strens, ✠, inspecteur à l'administration des chemins de fer de l'État.

Vinchent, ✠, conseiller au conseil des mines.

Devleschoudere (P.-J.), ✠, chef de division au département des travaux publics.

Évrard (J.-B.), contrôleur à l'administration des chemins de fer de l'État.

Reghem (J.-C.-H.-E.-P.), contrôleur des postes, *secrétaire*.

COMMISSION ADMINISTRATIVE DE LA CAISSE DE RETRAITE ET DE SECOURS DES OUVRIERS ATTACHÉS AUX CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

MM. Masui, O. ✠, C. ✠, officier de l'ordre du prince Ernest de Saxe-Cobourg, officier de l'ordre de l'aigle rouge de Prusse, directeur général des chemins de fer et des postes, *président*.

Eyckholt, ✠, ✠, inspecteur à l'administration des chemins de fer de l'État, *vice-président*.

Lignac, ✠, directeur de la régie des chemins de fer de l'État, *trésorier*.

Poncelet (J.-N.-A.), ✠, ingénieur en chef mécanicien de 2e classe.

Petitjean (P.-J.), ✠, ingénieur de 1re classe des ponts et chaussées.

MM. Ragueno, ingénieur mécanicien de 1re classe.

Kreglinger, ✠, ✠, ingénieur mécanicien de 1re classe.

Van Moere, ingénieur des ponts et chaussées de 2e classe.

Martin (C.-F.), contrôleur de 2e classe à l'administration des chemins de fer de l'État.

Klein (P.), contrôleur de 1re classe à l'administration des chemins de fer de l'État, *secrétaire*.

MINES.

I.

ARRÊTÉ ROYAL DU 3 OCTOBRE 1849, CONCERNANT LA MÉDAILLE DESTINÉE A RÉCOMPENSER LES ACTES DE DÉVOUEMENT.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, salut.

Vu l'arrêté royal du 19 octobre 1840, instituant une médaille d'honneur destinée à récompenser les personnes qui se distinguent par leur dévouement, lorsque des accidents surviennent dans les mines ;

Vu notamment l'art. 3, statuant que les médailles pourront être portées à la boutonnière, conformément aux dispositions de l'arrêté royal du 24 juin 1835 ;

Vu notre arrêté du 19 avril 1849, sanctionnant des dispositions additionnelles aux arrêtés du 24 juin 1835 et du 27 décembre 1837, relatifs au modèle et au port des médailles d'honneur décernées sur le rapport du chef du département de l'intérieur ;

Voulant établir de l'uniformité dans les signes de distinction honorifique, accordés comme récompense d'actes de dévouement ;

Sur la proposition de notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. Les dispositions de l'arrêté royal du 19 avril 1849 sont rendues applicables à la médaille instituée en faveur des personnes qui se signalent par leur courage et leur dévouement, lors d'accidents qui surviennent dans les mines.

Art. 2. Les articles 1, 2 et 4 de notre arrêté du 19 octobre 1840 sont maintenus ([1]).

Notre ministre des travaux publics (M. Rolin) est chargé de l'exécution du présent arrêté.

ARRÊTÉ ROYAL DU 19 AVRIL 1849.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, salut.

Revu l'arrêté royal du 18 avril 1818, qui a institué des récompenses honorifiques en faveur des citoyens qui se distinguent par des actes de courage et de dévouement ;

Vu nos arrêtés du 24 juin 1835 et du 27 septembre 1837, concernant le modèle et le port des médailles décernées pour les actes dont il s'agit ;

Vu la demande de divers décorés pour actes de courage et de dévouement ;

Sur la proposition de notre ministre de l'intérieur,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. La médaille d'honneur, instituée pour être décernée à titre de récompense aux citoyens qui se distinguent par des actes éclatants d'humanité, de dévouement et de courage, sera à l'avenir, surmontée d'une couronne.

Le modèle de la médaille, déterminé par notre arrêté du 24 juin 1835, est maintenu.

Art. 2. La disposition des couleurs du ruban destiné à suspendre la médaille à la boutonnière de l'habit, sera modifiée conformément au modèle ci-annexé.

Le ruban ne pourra être porté sans la médaille.

Art. 3. Toute médaille accordée sera accompagnée d'un brevet spécial décerné par notre ministre de l'intérieur et conforme au modèle ci-annexé.

Art. 4. La remise des médailles et des brevets sera faite solennellement à la maison communale du lieu du domicile des citoyens

([1]) Cet arrêté est inséré dans le tome IV des *Annales des travaux publics*.

récompensés, par le bourgmestre ou l'un des échevins et en présence du conseil communal.

Procès-verbal de la remise sera dressé et conservé aux archives de la commune.

Art. 5. Toute personne qui aura publiquement porté, sans l'avoir légalement obtenue, la médaille susmentionnée ou le ruban affecté au port de cette médaille, sera punie conformément à l'art. 1er de la loi du 6 mars 1818.

Notre ministre de l'intérieur (M. Rogier) est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera transmis, pour information et direction, à notre ministre de la justice, et inséré au *Moniteur*.

II.

RÈGLEMENT GÉNÉRAL DU 1er MARS 1850, CONCERNANT L'AÉRAGE, L'ÉCLAIRAGE ET L'EMPLOI DE LA POUDRE DANS LES TRAVAUX D'EXPLOITATION, NOTAMMENT DANS LES HOUILLÈRES A GRISOU.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, salut.

Vu la loi du 21 avril 1810 et le décret impérial du 3 janvier 1813, sur les mines;

Revu nos arrêtés des 11 mai 1840, 11 août 1841 et 29 juin 1844, portant approbation de règlements concernant l'aérage, l'éclairage et l'emploi de la poudre dans les mines des provinces de Liége et du Hainaut, et particulièrement dans les mines à *grisou;*

Vu l'art. 67 de la constitution et l'art. 85 de la loi provinciale du 30 avril 1836;

Considérant qu'il est utile de généraliser certaines mesures et d'introduire dans l'action administrative l'unité de vues et toute l'uniformité compatibles avec les circonstances particulières de l'exploitation dans les diverses localités;

Sur la proposition de notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

CHAPITRE Ier.

EXPLOITATIONS EN GÉNÉRAL.

Art. 1er. Dans toute exploitation souterraine, l'assainissement de tous les points des travaux accessibles aux ouvriers sera assuré par un courant actif et régulier d'air pur.

La vitesse et l'abondance de ce courant, ainsi que la section des galeries qui doivent être facilement accessibles dans toutes leurs parties, seront partout réglées en raison du nombre des ouvriers, de l'étendue des travaux et des émanations naturelles de la mine.

Art. 2. La ventilation sera déterminée et entretenue par des moyens efficaces et exempts de tout danger.

Art. 3. Tout courant d'air notablement vicié par le mélange de gaz délétères ou inflammables, sera soigneusement écarté d'un atelier quelconque et des voies fréquentées.

L'étendue des divers ateliers de travail sera limitée, au besoin, de manière à soustraire les ouvriers, placés sur le retour du courant, aux effets nuisibles d'une trop grande altération de l'air.

Art. 4. Les remblais établis, tant pour soutenir les roches que pour séparer les voies de roulage des voies d'aérage correspondantes, seront partout rendus aussi serrés et entretenus aussi imperméables que possible.

Art. 5. Ces remblais seront avancés, en tout temps, à une petite distance des fronts de travail des ouvriers (*tailles*), de manière à empêcher, vers ces points, le ralentissement du courant d'air et la stagnation des gaz nuisibles.

Art. 6. Les travaux seront disposés de manière à se passer, autant que possible, de portes pour diriger ou pour partager le courant d'air.

Toute porte destinée à la répartition de l'aérage sera munie d'un guichet dont l'ouverture sera réglée en raison des besoins.

L'usage de portes multiples, convenablement espacées, sera de rigueur dans les voies où elles doivent être ouvertes fréquemment pour le service de la mine.

CHAPITRE II.

MINES A GRISOU.

Aérage.

Art. 7. Dans les mines à *grisou*, l'exploitation aura lieu, autant que possible, par tranches prises successivement en descendant.

Sauf les exceptions autorisées par l'administration, l'ensemble et toutes les parties des travaux seront disposés de manière à ne pas forcer à descendre un air plus ou moins chargé de gaz inflammables.

Art. 8. La sortie de l'air aura lieu par un puits spécial, affecté exclusivement à cet usage, et isolé des autres puits par un massif de roche suffisant.

L'appel y sera provoqué, soit par des moyens mécaniques, soit par échauffement, à l'exclusion des *toquefeux* ou foyers alimentés par l'air sortant de la mine.

On prendra à la surface les précautions nécessaires pour éloigner de tout foyer le *grisou* qui sort de la mine.

Art. 9. Les voies d'entrée et de retour de l'air seront séparées par des massifs assez épais pour qu'une explosion ne puisse les endommager.

Art. 10. Les *royons* et *kernés* ne pourront être tolérés qu'exceptionnellement et seulement pour des travaux préparatoires et de reconnaissance.

Éclairage.

Art. 11. L'emploi de lampes de sûreté, admises par l'administration des mines, est obligatoire pour les houillères à *grisou*.

Art. 12. Les lampes de sûreté fermeront à clef. Elles resteront déposées à l'établissement où des ouvriers spéciaux seront chargés de les visiter, de les nettoyer et de les maintenir chaque jour en bon état.

Art. 13. Au moment de la descente, la lampe est remise à chaque ouvrier; celui-ci est tenu de s'assurer qu'elle est fermée à clef.

Art. 14. Il est expressément défendu d'ouvrir les lampes dans les travaux. Celles qui viendraient à s'éteindre pendant le travail seront renvoyées fermées, soit à la surface, soit en quelque point désigné de l'intérieur, où elles seront visitées, rallumées et refermées à clef par des hommes exclusivement préposés à ce soin.

Art. 15. Lorsque le *grisou* apparaîtra dans une taille ou dans une galerie en assez grande quantité pour déterminer un allongement soutenu de la flamme des lampes, le travail y sera immédiatement suspendu jusqu'à ce que le danger ait cessé.

Emploi de la poudre.

Art. 16. L'usage de la poudre est interdit pour l'abatage de la houille dans l'exploitation des couches à *grisou*, sauf les exceptions qui seraient préalablement admises par l'administration.

Art. 17. L'emploi de cet auxiliaire n'est toléré, pour les travaux à la pierre, que sous réserve expresse des conditions ci-après :

1° De n'employer, pour mettre le feu à la mine, aucune substance susceptible de brûler avec flamme;

2° De ne faire sauter la mine qu'après s'être scrupuleusement assuré, par l'inspection de la flamme des lampes, qu'il n'y a pas de gaz inflammables dans cette partie des travaux;

3° De désigner, pour l'exécution de cette mesure et pour l'office de *boute-feu*, des maîtres-ouvriers ou des mineurs expérimentés, préalablement exercés à ce service.

CHAPITRE III.

SURVEILLANCE.

Art. 18. Il y aura, dans chaque exploitation, notamment dans les mines à *grisou*, indépendamment des maîtres-ouvriers (*porions*), un nombre déterminé de mineurs (*surveillants*), spécialement chargés des détails de la surveillance journalière des moyens d'aérage et d'éclairage.

Le nombre de ces surveillants sera fixé par les ingénieurs des mines, d'après l'étendue des travaux, la nature et l'abondance des gaz et le degré de sécurité que présente le système de ventilation.

Art. 19. Ces *mineurs*, ainsi que les *boute-feu*, seront désignés comme tels, par le directeur, sur le registre de contrôle des ouvriers.

Art. 20. Les *mineurs-surveillants* auront mission, chacun dans les parties qui lui seront assignées :

A. De visiter avec soin les voies d'aérage et de les faire entretenir en bon état; de ne permettre l'accès du travail à tout ou partie d'un poste d'ouvriers, qu'après s'être assurés que l'air y

est pur, que la ventilation est suffisamment active, que tout est en ordre, et qu'il n'existe aucune cause saisissable de danger pour les ouvriers;

B. De maintenir, pendant toute la durée du travail, une police sévère dans les tailles et dans les voies les plus fréquentées, en ce qui concerne le maniement des lampes, l'abatage et le dépôt des produits de l'extraction, la manœuvre des portes; en un mot, tout ce qui importe essentiellement à l'efficacité de l'aérage et à la sécurité de l'éclairage;

C. De signaler, pour être punis suivant la gravité des cas, les auteurs de toute infraction aux règles de la prudence et de la subordination; d'agir de même à l'égard de tout ouvrier qui serait porteur d'une pipe, d'un briquet ou de quelque matière propre à se procurer du feu dans les travaux où l'emploi des lampes de sûreté est obligatoire;

D. De faire cesser le travail de tout atelier exposé à la présence de gaz inflammables, et de diriger prudemment la retraite des ouvriers.

Art. 21. Les ingénieurs des mines veilleront à l'observation rigoureuse des dispositions qui précèdent.

Ils aideront, au besoin, les exploitants de leurs conseils.

Ils consigneront, le cas échéant, leurs prescriptions sur un registre spécial tenu, à cet effet, au bureau de l'exploitation, et qui remplacera, pour cet objet, le registre d'avancement mentionné à l'art. 6 du décret du 3 janvier 1813. A chacune de leurs visites, ils inscriront, sur ce registre, le résultat de leurs observations.

Art. 22. En cas de réclamation, les députations permanentes des conseils provinciaux pourront accorder des délais ou des dispenses conditionnelles pour l'accomplissement rigoureux des dispositions qui précèdent.

Art. 23. Les infractions aux dispositions ci-dessus seront poursuivies et jugées conformément au titre X de la loi du 21 avril 1810, sur les mines, minières et carrières.

Art. 24. Notre ministre des travaux publics (M. Rolin) est chargé de l'exécution du présent règlement d'administration générale, qui sera inséré au *Moniteur*.

PENSIONS.

LOI DU 17 FÉVRIER 1849, QUI MODIFIE LA LOI GÉNÉRALE SUR LES PENSIONS CIVILES ET ECCLÉSIASTIQUES ET QUI ABROGE LA LOI SUR LES PENSIONS DES MINISTRES (1).

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, salut.

Les chambres ont adopté et nous sanctionnons ce qui suit :

Art. 1er. La loi du 21 juillet 1844 (*Bulletin officiel*, n° 157), sur les pensions civiles et ecclésiastiques, est modifiée comme suit :

§ 1. L'âge et la durée de service, dont parle l'art. 2, sont respectivement portés à 65 et à 30 ans.

§ 2. Les services militaires mentionnés au § *B* de l'art. 6 ne seront admis que pour le temps de présence réelle au corps, et à partir de 19 ans révolus.

Néanmoins, les hommes qui ont contracté un engagement volontaire, les miliciens faisant partie de l'armée, à la date du 1er janvier 1830, et ceux qui y ont été admis postérieurement à cette date, mais avant le 1er janvier 1840, pourront faire valoir leurs services d'après le mode actuel, à partir de 19 ans.

Tout autre service militaire commencé antérieurement à la présente loi, sera compté pour un terme moyen de trois ans, ou, s'il excède ce terme, pour la durée réelle constatée.

§ 3. La base de 1/60, mentionnée aux articles 8, 9 et 17 est réduite à 1/65, et celle de 1/50 dont parle l'art. 8, à 1/55.

§ 4. Le *maximum* de 6,000 francs, fixé par les articles 13, 18 et 21, et ceux des 3/4 du traitement et de 4,000 francs, établis par l'art. 13, sont respectivement réduits à 5,000 francs, aux 2/3 du traitement et à 3,500 francs.

§ 5. La faculté accordée par l'art. 59 est restreinte dans les limites fixées au § 4 ci-dessus.

Art. 2. En cas de mise en disponibilité de magistrats, fonctionnaires ou employés par mesure générale et avec jouissance de trai-

(1) La loi générale du 21 juillet 1844 et la loi sur les pensions des ministres sont insérées dans le tome III des *Annales des travaux publics*.

tement d'attente, le temps passé dans cette position sera compté comme service effectif, et le dernier traitement d'activité servira d'élément pour former ou compléter, le cas échéant, la moyenne mentionnée à l'art. 8 de la loi du 21 juillet 1844.

Art 3. § 1. Aucune pension ne sera accordée pour cause de blessures, accidents ou infirmités, en dehors des conditions d'âge et d'années de service déterminées par la loi, si la réalité des blessures, accidents ou infirmités n'est constatée par une commission spéciale, à la majorité de quatre voix.

§ 2. Il y aura une commission par province. Elle sera nommée par arrêté royal et composée de six membres dont un magistrat de l'ordre judiciaire, deux membres de la députation permanente du conseil provincial, deux fonctionnaires supérieurs du département des finances et un fonctionnaire supérieur appartenant à un autre département ministériel.

La commission sera renouvelée tous les trois ans. Un tiers sortira tous les ans. Le premier renouvellement se fera par la voie du sort. Les membres sortants pourront être renommés; leurs fonctions sont gratuites.

§ 3. Il sera adjoint à la commission, avec voix consultative, deux docteurs en médecine et en chirurgie à désigner par la députation permanente, dans la séance qui précédera immédiatement celle de la commission ; leurs honoraires seront fixés par le gouvernement et payés par les intéressés. Le procès-verbal de la commission indiquera pour chaque prétendant droit à la pension, l'opinion individuelle des hommes de l'art.

§ 4. Si la nature des blessures, accidents ou infirmités, ne permet pas à l'intéressé de se présenter devant la commission, cette impossibilité sera constatée par un certificat motivé de deux médecins à désigner par la commission.

Art. 4. Les crédits nécessaires au service des pensions seront portés au budget de la dette publique.

Le budget du département auquel les intéressés ressortissent, ne comprendra que les crédits destinés au paiement du premier terme de leur pension.

Chaque année, le ministre, lors de la présentation du budget de son département, produira la liste nominative et détaillée des personnes admises à la pension dans le courant de l'année. Il indiquera aussi le nombre et le montant des pensions éteintes pen-

dant le même terme, et des pensions qui restaient à servir à l'époque du 1er janvier.

Art. 5. Tout traitement à charge de l'État, donnant lieu à une pension de retraite, conformément à la loi du 21 juillet 1844, est soumis à une retenue d'un pour cent au profit du trésor public.

Art. 6. La loi du 21 juillet 1844, sur les pensions des ministres, est abrogée.

II.

ARRÊTÉ ROYAL DU 23 JUIN 1849, DÉTERMINANT LES LIMITES DANS LESQUELLES LES CONGÉS ACCORDÉS AUX FONCTIONNAIRES ET EMPLOYÉS PEUVENT ÊTRE COMPRIS DANS LA LIQUIDATION DES PENSIONS.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, salut.

Vu la loi du 21 juillet 1844, sur les pensions civiles et ecclésiastiques, et les statuts des caisses de veuves et orphelins, créées par nos arrêtés du 29 décembre 1844 ;

Considérant que d'après l'art. 12 de cette loi, les pensions de retraite devant être liquidées d'après la durée réelle des services, il y a lieu de déterminer les limites dans lesquelles les congés accordés aux fonctionnaires et employés peuvent être comptés dans cette liquidation ;

Considérant qu'il y a lieu également de déterminer les sommes à assigner aux caisses de veuves et orphelins, en vertu de l'art. 34, n° 4 de la loi précitée du 21 juillet 1844, pour congés, absences ou punitions disciplinaires ;

Revu nos arrêtés des 21 novembre 1846, 30 mars et 24 avril 1849, réglant l'organisation des administrations centrales et celle de l'administration des contributions directes, douanes et accises, dans les provinces, ainsi que celui du 21 juin 1847, relatif à l'organisation de l'administration centrale du ministère de la guerre ;

Sur la proposition de notre ministre de finances et de l'avis conforme de notre conseil des ministres,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. Le temps passé par les magistrats, fonctionnaires et employés en congé de plus d'un mois, sauf le cas de maladie, ainsi

que le temps de toute suspension de fonctions définitivement prononcée, quelle qu'en soit la durée, ne seront pas comptés dans la liquidation de leur pension de retraite.

La présente disposition est applicable, sauf le cas de maladie, aux congés obtenus ou renouvelés successivement dans le cours de l'année, lorsqu'ils dépasseront ensemble la même durée d'un mois.

Art. 2. Sauf le cas de maladie :

1° Tout congé de plus de quinze jours entraîne privation ou retenue de traitement pour toute la période excédant cette durée ;

2° Lorsqu'un magistrat, fonctionnaire ou employé, ayant déjà obtenu un congé de quinze jours, en sollicitera un nouveau dans le cours de la même année, ce dernier ne pourra lui être accordé qu'avec privation complète de traitement pour toute sa durée.

Art. 3. Sont dévolues à la caisse des veuves et orphelins :

A. La partie du traitement non payée aux magistrats, fonctionnaires ou employés en congé pour moins d'un mois ;

B. Les retenues ou amendes pour absences non autorisées et pour punitions disciplinaires, équivalentes au plus à un mois de traitement.

Art. 4. Il n'est pas dérogé par le présent arrêté, en ce qui concerne les congés, aux mesures particulières prises à l'égard des agents du corps diplomatique et consulaire.

Art. 5. Le présent arrêté est exécutoire à partir du 1er juillet 1849.

Nos ministres sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

TABLE

DES RAPPORTS, MÉMOIRES ET DOCUMENTS

CONTENUS

DANS LE 8e VOLUME DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

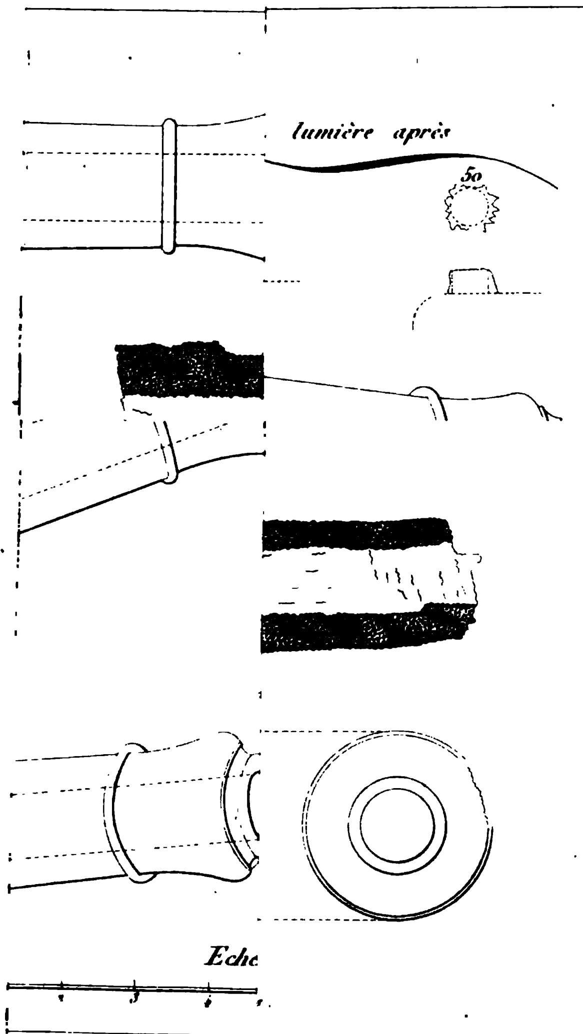
TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

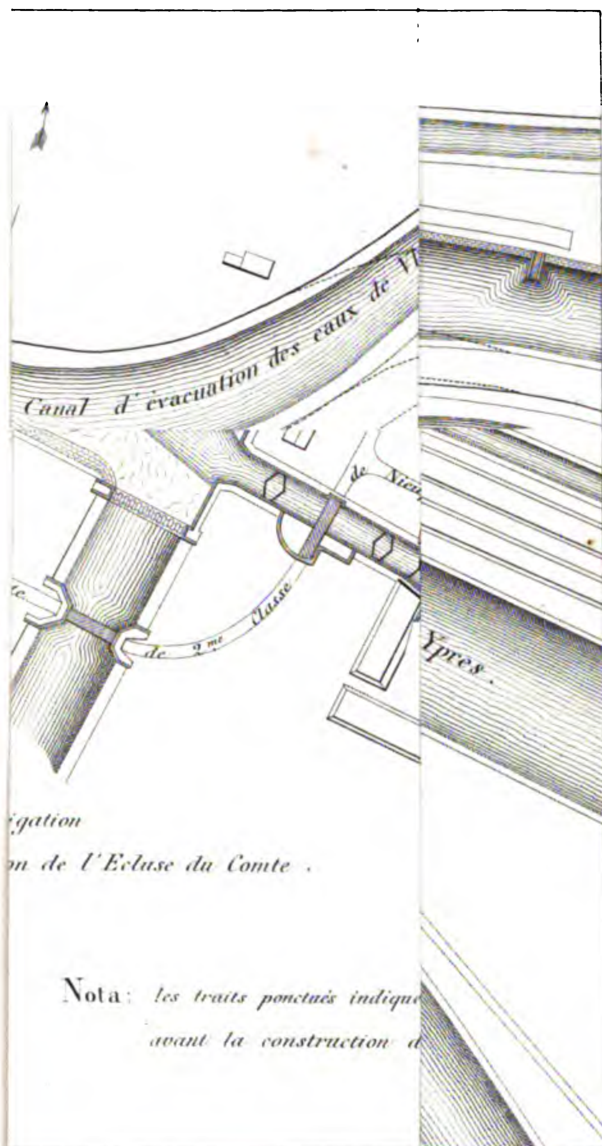
CONTENUES DANS LE 8e VOLUME DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

PREUVES PL. 1.

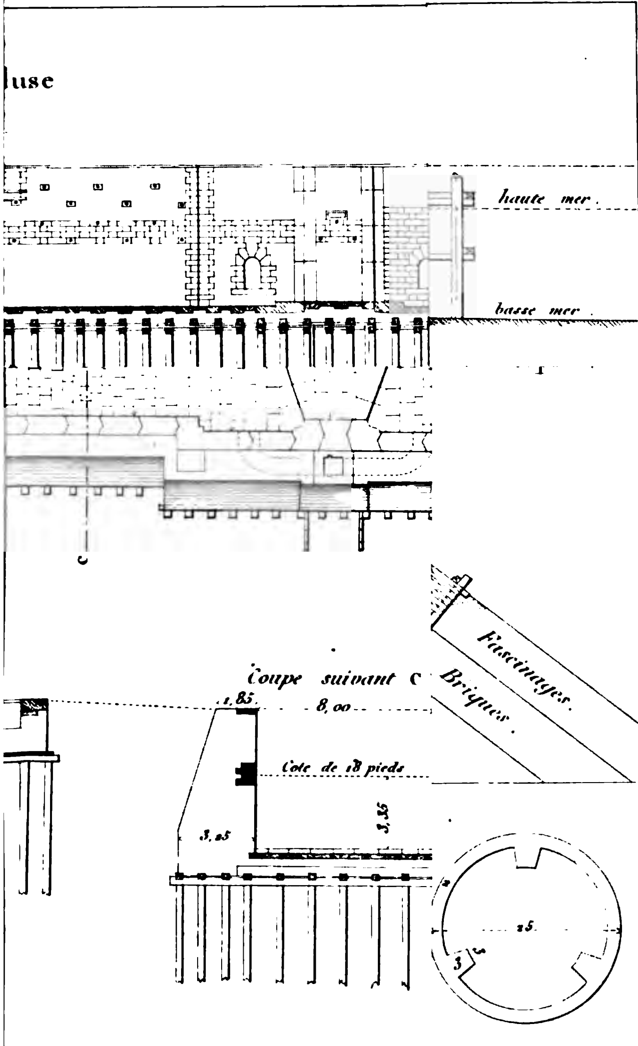


JSE A LA MER.

PL. 11.

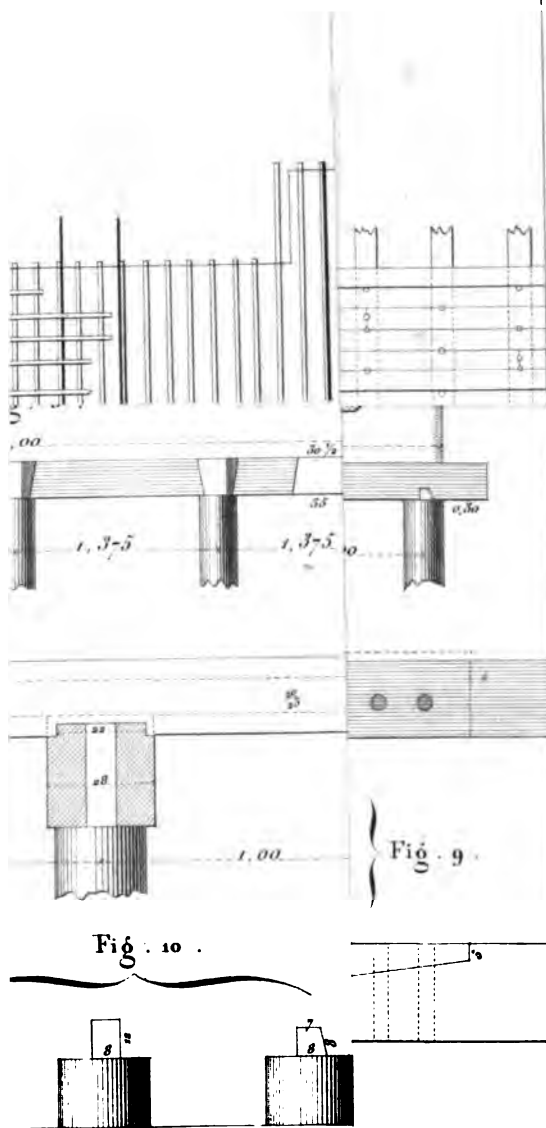


luse


haute mer.
basse mer.
Fascinages.
Briques.
Coupe suivant C
1,85.
8,00
Cote de 18 pieds
3,35
3,25
25.
3

LUSE A LA M

PL .IV.



H. Borremans & Freys

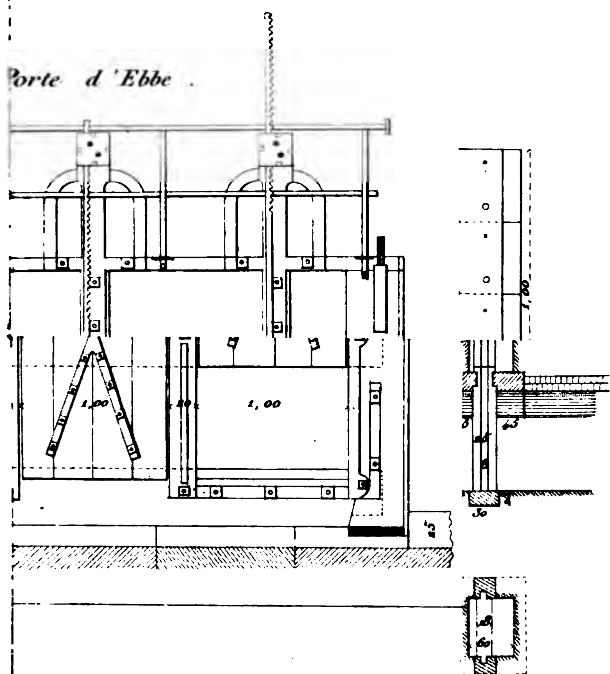


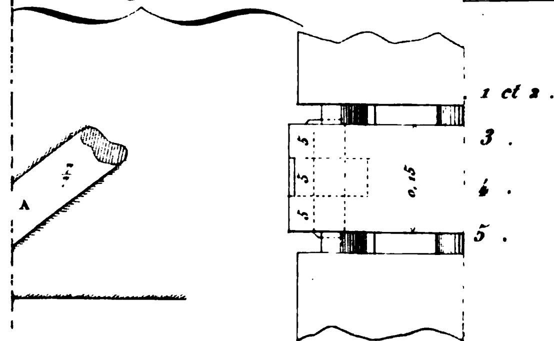




SE A LA MER.

PL. V.





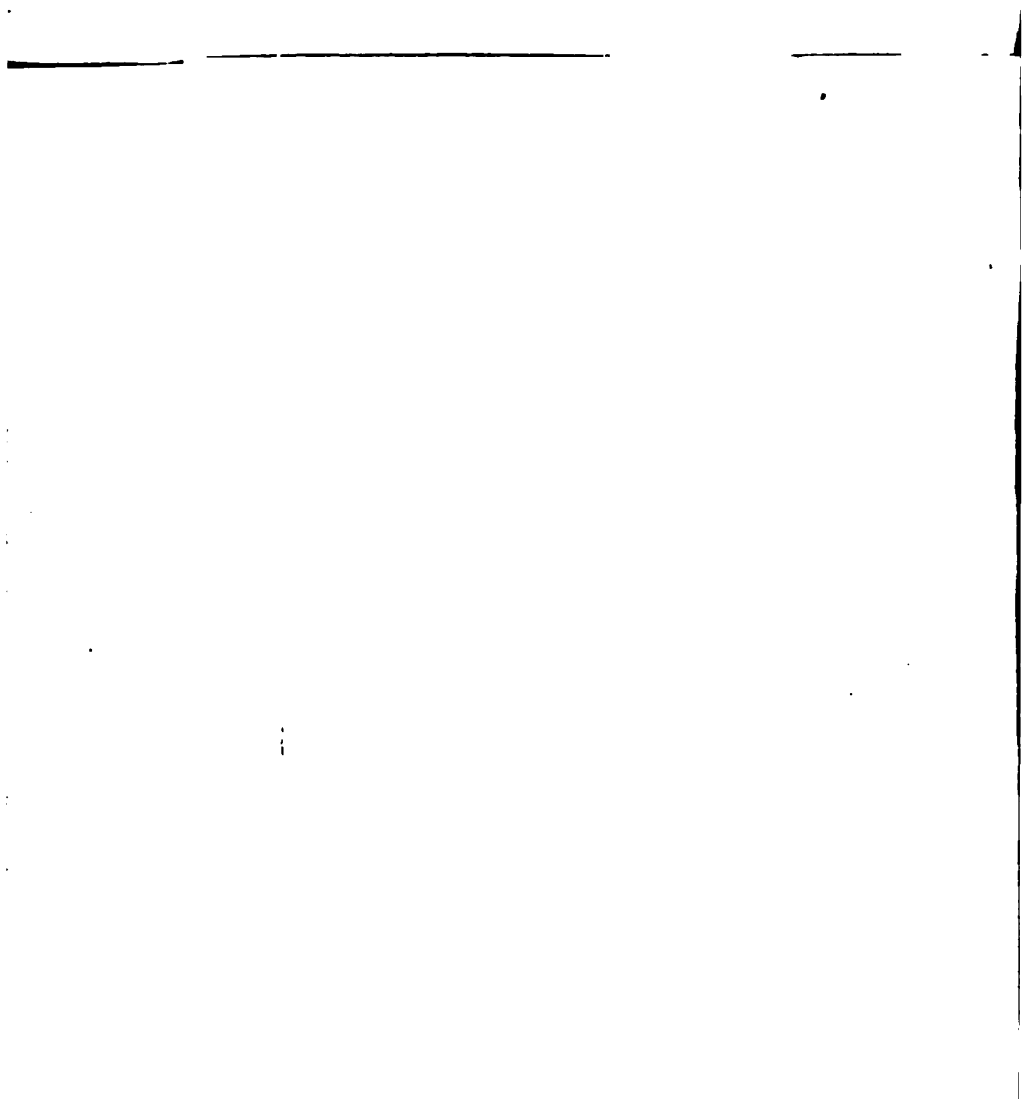
1 et 2.

3.

4.

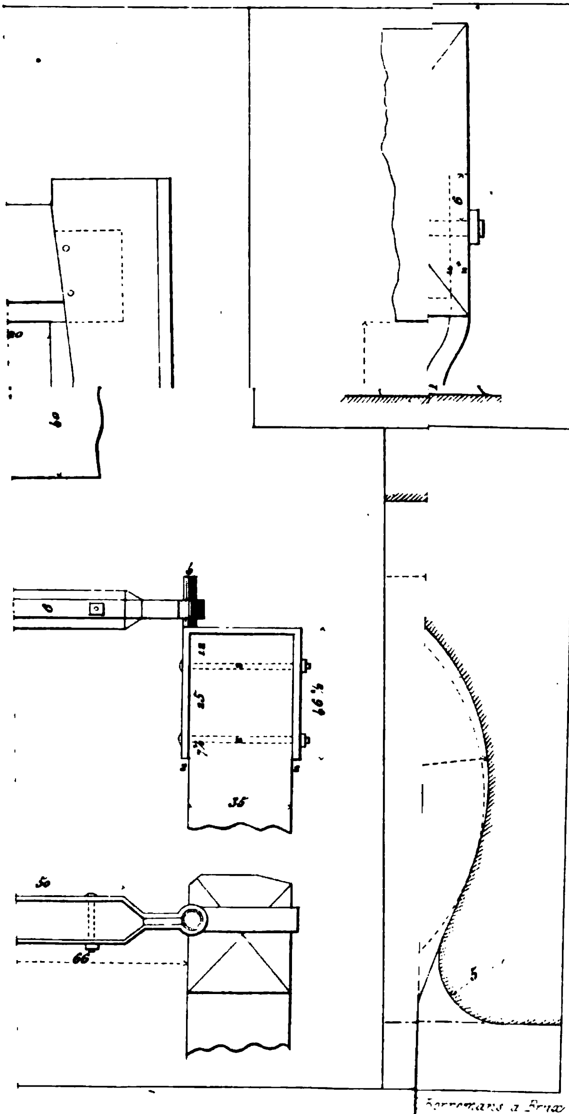
5.

H. Borremans à Brux.



SE A LA MER.

PL. VI.



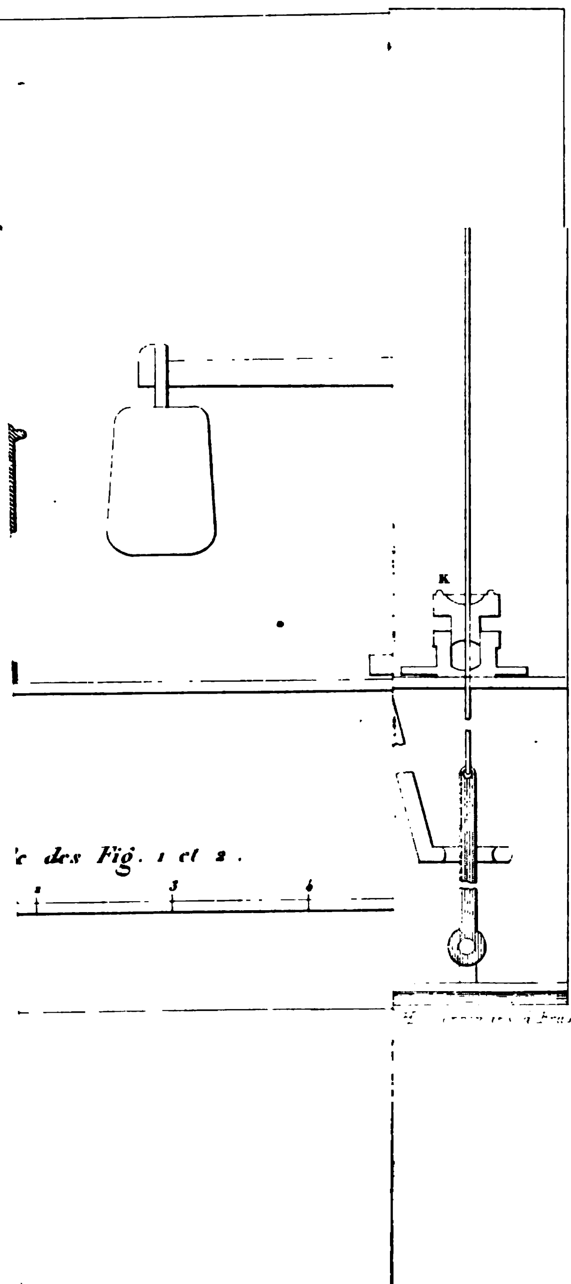
Crapaudine.

Fig. 3.

rse de pivot.

R D'ALARME I

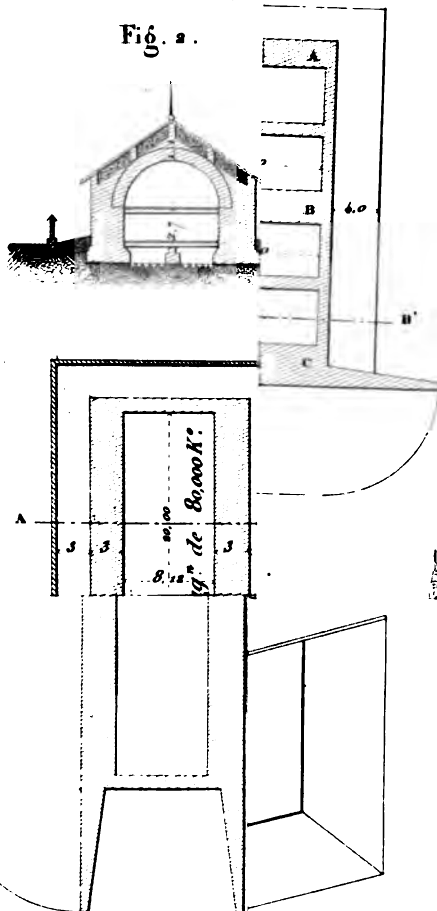
PL . VIII.



A POUDRE.

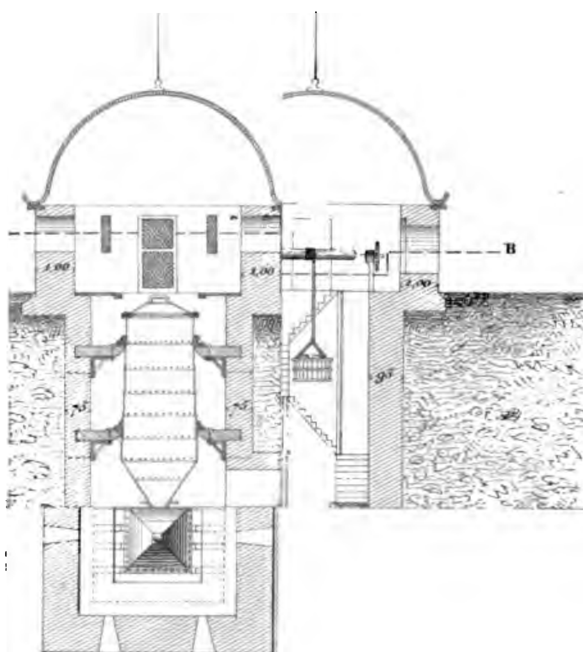
PL. IX.

Fig. 2.



A POUDRE

PL. X.



... par H. ...

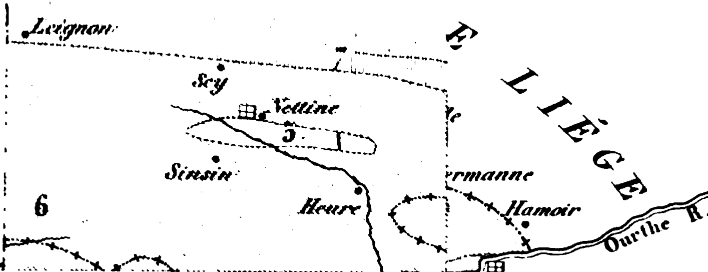
S LUXEMBOURG.

PL . XI

PTENTRIONALE DU LUXE



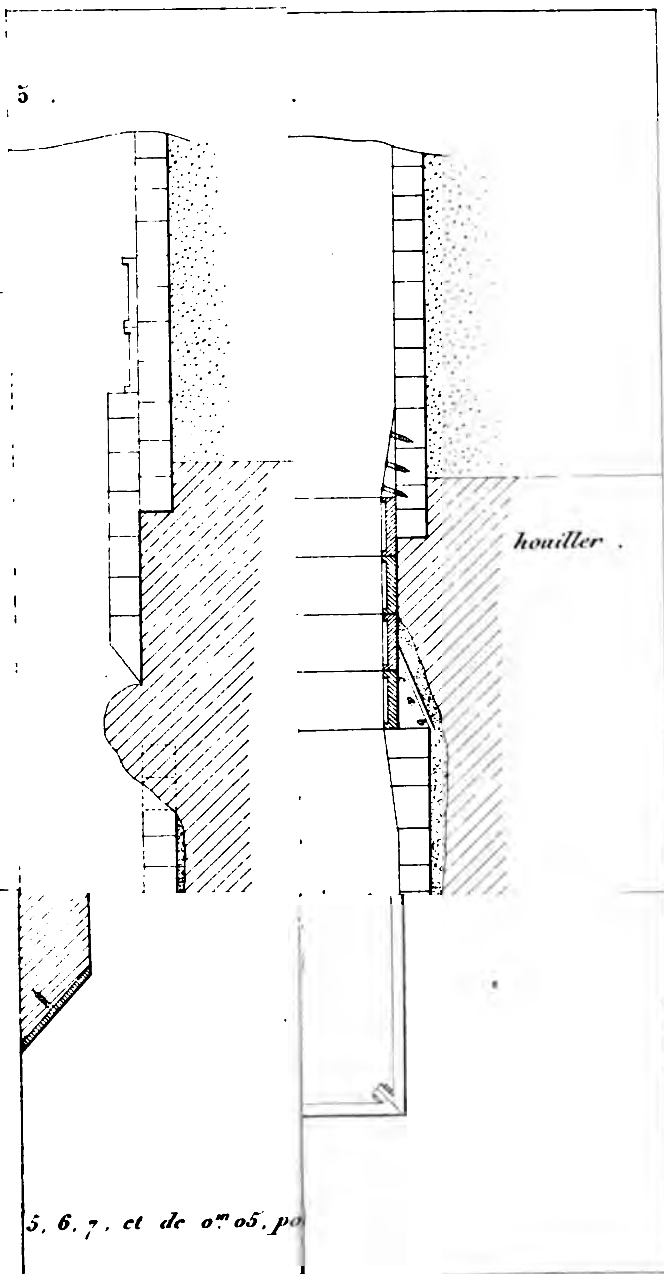
N A M U R



au degré ou de 5000 mètres.



TRAVERS L



5, 6, 7, et de 0m 05, po

.. Sculp. Imp. de H. Borremans à Brux.

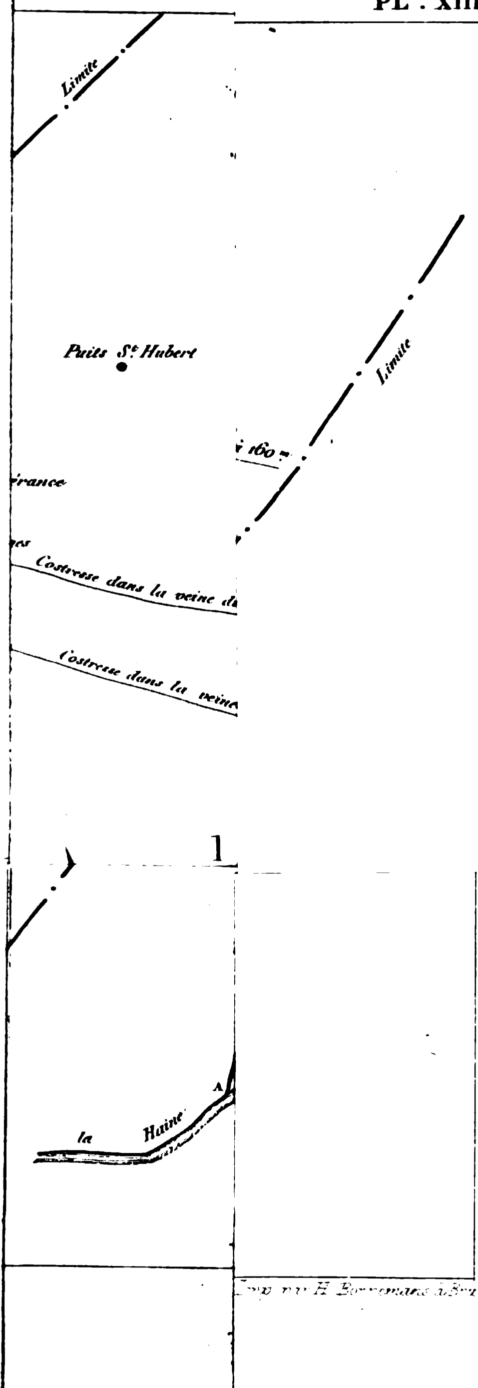

AVERS LI
PL . XIII
Limite
Puits St Hubert
Limite
i 160 m
irance
Costresse dans la veine d
Costresse dans la veine
1
la Haine
A
Imp. par H. Borremans à Bru

Fig. 25.

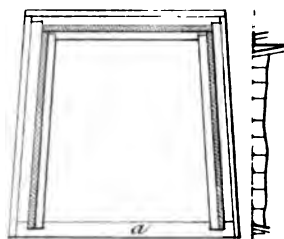


Fig. 28.

